

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Неразрушающего контроля
Направление подготовки 27.04.02 Управление качеством
Кафедра физических методов и приборов контроля качества

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Улучшение качества контроля при изготовлении электронной техники путем внедрения фоторегистрации и рентгеноскопического контроля

УДК 621.38:539.26

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ГМ41	Карбина Юлия Сергеевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Плотникова И.В.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедрой	Чистякова Н.О.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Анищенко Ю.В.	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ФМПК	Суржиков А.П.	д.ф.-м.н.		

Томск – 2016г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное образовательное учреждение
высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт _____
 Направление подготовки (специальность) _____
 Кафедра _____

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

магистерской диссертации

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
1ГМ41	Карбиной Юлии Сергеевне

Тема работы:

Улучшение контроля качества при изготовлении электронной техники путем внедрения фоторегистрации и рентгеноскопического контроля	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	от 15.04.15 № 2331/С

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объект исследования – производственный цикл продукции АО «НПЦ «Полюс»</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, проектирования, проектирования; содержание процедуры исследования, проектирования, проектирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Изучение производственного цикла радиоэлектронных изделий АО «НПЦ «Полюс» 2. Проведение анализа этапов производственного цикла, на которых необходимо внедрить процессы. 3. Разработка и внедрение стандарта «Фоторегистрация готовых изделий в процессе монтажа, ремонта и доработок» 4. Разработка и внедрение стандарта «Фотография образца. Порядок разработки, утверждения, применения, хранения и внесения изменений»

	5. Разработка и внедрение стандарта «Рентгеноскопический контроль печатных плат»
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	Презентация в Microsoft PowerPoint
Консультанты по разделам магистерской диссертации	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Чистякова Н.О.
Социальная ответственность	Анищенко Ю.В.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
1. Понятие электронной техники	
2. Понятие фоторегистрации	
3. Понятие рентгеноскопического контроля	
4. Финансовый менеджмент	
5. Социальная ответственность	

Дата выдачи задания на выполнение магистерской диссертации по линейному графику	
--	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Плотникова И.В.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ГМ41	Карбина Ю.С.		

Реферат

Магистерская диссертация – 98 страниц, 17 рисунков, 4 диаграммы, 1 график, 22 таблиц, 7 формул, 27 использованных источника, 6 приложений.

Ключевые слова: радиоэлектронные изделия, контроль качества радиоэлектронных изделий, фоторегистрация радиоэлектронных изделий, рентгеноскопический контроль.

Предметом исследования являются разработка и внедрение фоторегистрации и рентгеноскопического контроля для радиоэлектронных изделий.

Цель работы – улучшить контроль качества при изготовлении электронной техники путем внедрения фоторегистрации и рентгеноскопического контроля в производственный цикл продукции АО «НПЦ «Полус».

В процессе работы проводились изучения и систематизация информации по предмету и объекту исследования. Источники информации представлены в списке использованных источников.

Для достижения поставленной цели были поставлены и решены следующие задачи:

- Изучить специфику предприятия;
- Проанализировать процесс производства электронных изделий;
- Выявить этапы производственно цикла после которых, необходим рентгеноскопический контроль и фоторегистрация;
- Разработать и внедрить технологическую инструкцию по фоторегистрации готовых изделий и сборочных единиц, стандарт организации по рентгеноскопическому контролю печатных плат.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В данной работе применимы следующие термины с соответствующими определениями:

качество: степень соответствия совокупности присущих характеристик требованиям.

Объект контроля: предметы труда (материалы, радиоэлектронные изделия, техническая документация), средства труда или технологическое и заводское оборудование, технологическая оснастка и инструмент, процессы создания продукции, труд исполнителей, условия труда и т.д. Объект контроля обладает определенными свойствами, по совокупности которых оценивается его качество.

электронная техника: область науки и техники, изучающая теорию работы и практическое использование электровакуумных и полупроводниковых приборов в различных электронных устройствах и схемах.

печатная плата: пластинка из электроизоляционного материала (текстолита, стеклотекстолита, и др.), на поверхности которой каким либо образом (например, фотохимическим) нанесены тонкие электропроводящие полосы (печатные проводники) с контактными площадками для подсоединения навесных электро- и радиоэлементов (в том числе модулей и интегральных схем).

промышленная фоторегистрация: процесс регистрации промышленных процессов на производстве и контроль за технологическим процессом с помощью фотоснимков. Контроль на основе фоторегистрации позволяет установить, насколько правильно установлены радиоэлементы, выявить ошибки, выявить большие отклонения от конструкторской документации и т.п.

фотография образца: документ, отображающий элементы электрического монтажа, укладки и крепления жгута образца изделия или его составной части и содержащий необходимые сведения об изделии.

рентгеноскопический контроль: метод радиационного неразрушающего контроля, основанный на преобразовании радиационного изображения контролируемого объекта в радиографический снимок или записи этого изображения на запоминающем устройстве с последующим преобразованием в световое.

РЭИ: радиоэлектронные изделия.

ОТК: отдел технического контроля.

СМК: система менеджмента качества.

КД: конструкторская документация.

ТД: технологическая документация.

НИР: научно-исследовательская работа.

ОКР: опытно-конструкторская работа.

ПП: печатные платы.

ЭРИ: электрорадиоизделия

ЭКБ: электронная компонентная база

Оглавление

Введение	8
1. Понятие радиоэлектронной техники	10
1.1. Понятие печатных плат.....	13
1.2. Акционерное общество «Научно-производственный центр «Полюс».....	18
2. Понятие фоторегистрации	41
2.1. Процесс фоторегистрации в производственном цикле изделия	41
2.2. Создание и внедрение документов связанных с процессом фоторегистрации	48
3. Рентгеноскопический контроль	55
4. Финансовый менеджмент	65
4.1. Предпроектный анализ.....	65
4.2. SWOT – анализ	68
4.3. Оценка готовности проекта к коммерциализации.....	70
5. Социальная ответственность	85
5.1 Производственная безопасность.....	85
5.2. Экологическая безопасность.....	90
5.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	91
5.4. Особенности законодательного регулирования проектных решений.....	92
Заключение	94
Список используемых источников	95
Приложение 1	98
Приложение 2	99
Приложение 3	100
Приложение 4	101
Приложение 5	102
Приложение 6	103

Введение

Одной из наиболее распространенных проблем создания качественной современной радиоэлектронной техники является проблема контроля качества (в том числе оценки надежности радиоэлектронных средств, методика и технология качества и т.п.)

В начале развития полупроводниковой техники проблемы контроля качества хоть и включались в единый технологический процесс производства, но считались второстепенными или вспомогательными. В общей методологии контроля отсутствовала системность, комплексность, логичное вхождение задач контроля качества в структуру технологического процесса производства деталей и сборочных единиц. На предприятиях отсутствовали единые службы управления качеством. Все основные функции контроля выполнял отдел технического контроля (ОТК).

На данный момент качество современных радиоэлектронных изделий рассматривается как комплексный показатель, который зависит от общего научного уровня развития разработок, качества изделий электронной техники, совершенства технологии и метрологического обеспечения производства.

Поэтому проблемы качества радиоэлектронных изделий должны решаться уже на самых ранних стадиях и этапах разработок технологических процессов. Но при этом наличие у РЭИ совокупности технологических свойств не характеризует их качество. Таким образом, качество современных РЭИ зависит от правильной постановки, организации, методики и технологии контроля качества на всех этапах комплексного процесса производства.

На данный момент на предприятии разрабатываются и внедряются множество методов для контроля качества производственных процессов, что помогает выпускать качественную продукцию, соответствующую требованиям государственных отраслевых стандартов и требованиям заказчиков для эксплуатации.

Целью данной работы является улучшение качества контроля радиоэлектронных изделий, путем внедрения рентгеноскопического контроля и фоторегистрации приборов.

В данной работе проведены исследования и внедрены такие методы как рентгеноскопический метод контроля, позволяющий выявить визуально не обнаруживаемые внутренние дефекты печатных плат и ЭРИ и который внедряется по требованию государственного стандарта ГОСТ РВ 0015-002-2012. Также внедряется метод фоторегистрации готовых изделий на этапах производственного цикла продукции, который впоследствии используется как доказательство фактического выполнения конструкторских решений при изготовлении уникальных приборов, т.к. каждый прибор имеет конструкторские нюансы в зависимости от того где и как будет эксплуатироваться, данные нюансы не сохраняются в конструкторской документации. В процессе выполнения фоторегистрации создаются эталонные образцы для единообразного выполнения конструкторских решений, что напрямую влияет на качество выпускаемой продукции.

Для достижения поставленной цели были поставлены и решены следующие задачи:

- Изучить специфику предприятия;
- Проанализировать процесс производства электронных изделий;
- Выявить этапы производственно цикла после которых, необходим рентгеноскопический контроль и фоторегистрация;
- Разработать и внедрить технологическую инструкцию по фоторегистрации готовых изделий и сборочных единиц, стандарт организации по рентгеноскопическому контролю печатных плат.

1. Понятие радиоэлектронной техники

Любое радиоэлектронное устройство состоит из электрорадиоизделий (ЭРИ), которые бывают активными и пассивными. К активным ЭРИ относятся: диоды, транзисторы, интегральные микросхемы, способные изменять электрические сигналы по мощности и частоте. К пассивным ЭРИ относятся: резисторы, конденсаторы, трансформаторы.

Радиоэлектронная техника – это та область науки и техники, которая изучает как теорию работы, так и практическое использование электронной компонентной базы, в том числе полупроводниковых приборов в различных радиоэлектронных устройствах и схемах. Электронная техника охватывает такие физические процессы, происходящие при прохождении электрического тока в полупроводниковых материалах, вакууме и газе, а также создание и использование приборов и устройств, основанных на этих процессах.

История развития электронной техники делится на 4 периода.

I период конец 19 века. В этот период были расшифрованы древние источники, которые содержали основные физические закономерности работы электронных приборов. Ламповая техника начала развиваться с открытия выдающегося русского ученого электротехника А. Н. Лодыгина с обычной лампы накаливания.[1]

На базе этого открытия уже в 1883 г. американский ученый Т. А. Эдисон описал процесс прохождения электрического тока через вакуум. Основные законы фотоэффекта открыл русский физик Столетов в 1888 г. Важным этапом в развитии электронной техники стало открытие в 1895 г. русского ученого А. С. Попова – передача радиоволн на расстояние. Данное открытие стало огромным импульсом для развития и внедрения разнообразных электронных приборов в практику; так появилась потребность в изготовлении устройств, для генерирования, усиления и детектирования электрических сигналов.

II период истории развития электроники охватывает первую половину 20-го века. Этот период характеризуется разработкой и

совершенствованием электровакуумных приборов и систематизированным изучением их физических свойств. В 1904 г. была сделана простейшая двухэлектродная электронная лампа — диод (рис. 1), нашедший широчайшее применение в радиотехнике для детектирования электрических колебаний. В России первые образцы ламп были изготовлены в 1914—1915 гг. под руководством Н. Д. Папалекси и М. А. Бонч-Бруевича. [1]



Рисунок 1. Двухэлектродная электронная лампа – диод.

В Нижнем Новгороде под руководством М. А. Бонч-Бруевича была образована лаборатория, являющаяся первым научно-исследовательским центром по вопросам радио и электровакуумной техники. Уже в тяжелейшем для страны 1919 году лаборатории были изготовлены первые образцы отечественных приемно-усилительных радиоламп, а в 1921 г. разработаны первые мощные электронные лампы с водяным охлаждением. В 1922 году в Ленинградский электроламповый завод стал массовым производителем радиоламп.

К концу 40-х и 50-х годов происходит бурное развитие полупроводниковых приборов – данное время относится к III периоду развития радиоэлектронной техники. Советские физики под руководством академика Ф. Иоффе внесли большой вклад в изучение физики полупроводников. Теоретические и экспериментальные исследования советских физиков позволили создать теорию полупроводников и определить пути их применения.

Начало кремниевого века. В 1947 году, положили в недрах лабораторий телефонной компании Bell где «родился» первый в текущем цикле транзистор – полупроводниковый усилительный элемент (Рис. 2).

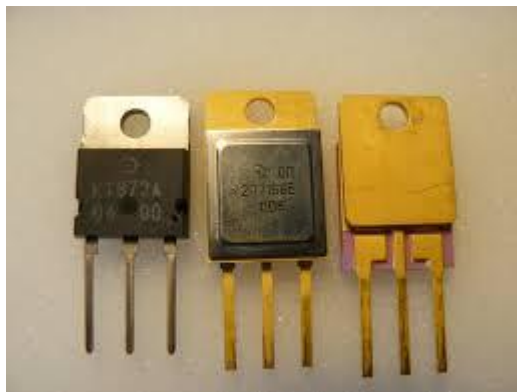


Рисунок 2. Транзисторы

Создание транзистора послужило переходом электроники от громоздких размеров к более компактным и экономичным полупроводникам

В 1948 г. впервые предложили промышленные образцы полупроводниковых приборов. Благодаря способности транзисторов работать при низких токах и напряжениях, появилась возможность миниатюризировать радиоэлектронную технику.

IV период развития электроники начинается в 60-е годы прошлого века. Данный период характеризуется разработкой и внедрением интегральных микросхем, совмещающих в технологическом процессе производство активных и пассивных ЭКБ функциональных устройств.

Освоение производства больших интегральных схем позволило перейти к созданию цифровых устройств, рассчитанных на совместную работу с устройствами памяти и обеспечивающих обработку информации и управление по заданной программе.

Появление микроэлектроники в производстве – результат освоения полупроводниковой электроники. Развитие электроники в дальнейшем идет по пути повышения надежности электронных приборов, их экономичности, улучшение их качественных показателей, расширение частотного и температурного диапазонов.

Разобрав любое современное электронное устройство, можно обнаружить в нем печатную плату. А ведь для создания этого элемента используются различные технологии, историю появления которых хотелось бы проследить, ведь печатной плате исполнилось немного больше ста лет.

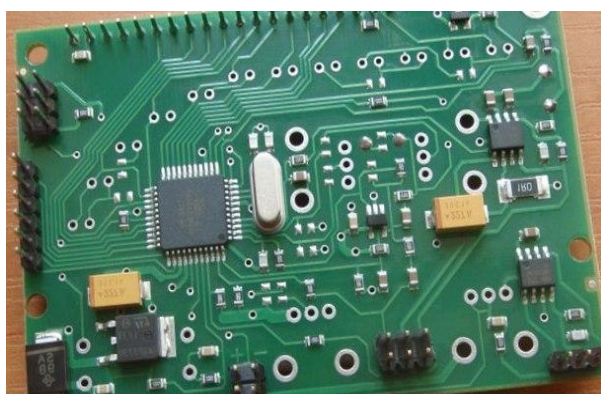
1.1. Понятие печатных плат

Печатная плата – пластинка из электроизоляционного материала (текстолита, стеклотекстолита, и др.), на поверхности которой каким либо образом (например, фотохимическим) нанесены тонкие электропроводящие полоски (печатные проводники) с контактными площадками для подсоединения навесных электро- и радиоэлементов (в том числе модулей и интегральных схем). [1]

Качественный скачок в конструировании радиоэлектронной аппаратуры ознаменован переходом производства печатных плат.

Печатная плата совмещает функции носителя ЭКБ и электрического соединения этих элементов. Для стабильного электрического соединения необходимо обеспечить достаточный уровень сопротивления изоляции между проводниками. Следовательно, подложка печатной платы должна выполнять еще и функцию изолятора. [2]

Внедрению технологии печатных плат в область радиоэлектроники мир обязан инженеру Паулю Эйслеру. Во время второй мировой войны он успешно работал над поиском технологических решений для запуска печатных плат в массовое производство, широко используя полиграфические методы.



а)

б)

Рисунок 3. Вид печатных плат на данный момент

Односторонние печатные платы

Технологические принципы изготовления не изменились за десятки лет. Сегодня предпочтительно изготавливать платы с рисунком на двух сторонах без металлизации сквозных отверстий. Современные принципы производства односторонних плат состоят в его полной автоматизации, что делает цену односторонних плат соизмеримой с ценой базового материала. Автоматическая конвейерная линия может за неделю работы обеспечить годовой объем массового производства телевизоров или магнитофонов.

В формировании рисунка используется трафаретная печать, отверстия штампуются, металлизация отверстий отсутствует, для переходов используют формованные одножильные провода. Финишное покрытие — горячее лужение, гарантированно сохраняющее паяемость в течение нескольких лет. [2]

Двусторонние печатные платы

В производстве двусторонних печатных плат добавляется операция металлизации сквозных отверстий. При формировании шаблона используются фотолитографические процессы.

Платы для силовой электроники изготавливаются по технологии двусторонних плат. Для усиления формирования силовых цепей используют толстую фольгу, требующую точного травления. Таким образом, обуславливается использование специального оборудования и технологий травления шаблона.

Платы на металлическом основании — это платы на алюминиевом основании с анодированием или теплопроводящим полимерным покрытием. Поэтому их изготовление и последующий монтаж компонентов в условиях мощного теплоотвода своеобразно, требует дополнительных условий.

Четырехслойные печатные платы

В целом производство четырехслойных печатных плат не отличается от производства двусторонних печатных плат, но при этом добавляются операции прессования слоев. По стоимости эти платы соизмеримы с двусторонними, но имеют многослойную структуру: внутренние слои используются для цепей заземления и питания шин, наружные — для информационных сигнальных проводников.

Многослойные печатные платы

Металлизация сквозных отверстий осуществляет соединение слоев. Система пространственного совмещения элементов межсоединений в трехмерных структурах добавляется в технологию производства. Эта технология печатных плат, признана базовой и требует применение материалов с большой устойчивостью геометрических и электрических параметров, а также дорогостоящего точного оборудования. В многослойных структурах слои распределяют следующим образом: 1 – наружные слои – монтажные, потенциальные слои одновременно играют роль высокочастотных экранов; 2 – сигнальные слои – линии связи. Многослойные печатные платы наиболее широко применяют в электронных устройствах с плотным монтажом ЭКБ, что в свою очередь требует усиленного теплоотвода. Введение в многослойную структуру плат теплоотводящих слоев решает эту проблему [3]

Плотность монтажа электронных компонентов растет примерно на 8% в год, и за счет этого физические размеры электронной аппаратуры уменьшаются на 20% в год. Эта тенденция поддерживается непрерывным развитием технологий печатных плат и микросборок, так что в современном мире обновление производства происходит каждые 3–5 лет. Ежегодное обновление основных фондов в угоду освоения новых технологий происходит в объемах примерно 10% в год.

Развитие технологий печатных плат применительно к высокоразвитым функциональным системам идет в направлении многослойности, введения трехмерных структур межсоединений,

уменьшения размеров элементов межсоединений в многослойных структурах, обеспечения требований электромагнитной совместимости, введения элементов кондуктивного теплостока, обеспечения скорости передачи сигналов для увеличения производительности цифровых систем и реализации СВЧ-структур.[2]

Можно выделить специализацию плат для различных устройств:

- Односторонние печатные платы — бытовая техника.
- Двусторонние печатные платы — цифровая и аналоговая бытовая техника.
- Платы силовой электроники — блоки питания электронной аппаратуры, силовые блоки автоматики.
- Многослойные печатные платы с металлизацией сквозных отверстий - платы специальной техники.
- Многослойные платы с послойным наращиванием — мобильные электронные устройства, навигационная аппаратура.

Структура использования ПП в мире складывается следующим образом. 30–32% ПП используется в телекоммуникации, около 30% — в вычислительной технике, 10–12% — в бытовой технике, 6–8% — в военной электронике, 7–8% — в автомобильной промышленности, 5–6% — в медицинской технике. [1]

В России распределение ПП по сферам применения несколько другое:

- военная электроника - 20–25%;
- системы безопасности и контроля доступа — 10–15%;
- телекоммуникации: гражданские и военные — 20–25%;
- автомобильная электроника — 10–15%;;
- вычислительная техника, контроллеры — 17–21%;
- медицинская аппаратура — 7–10%;
- бытовая электроника — 7–10%;
- прочие — 10–15%.

Наглядно структура использования показана на диаграммах 1 и 2.

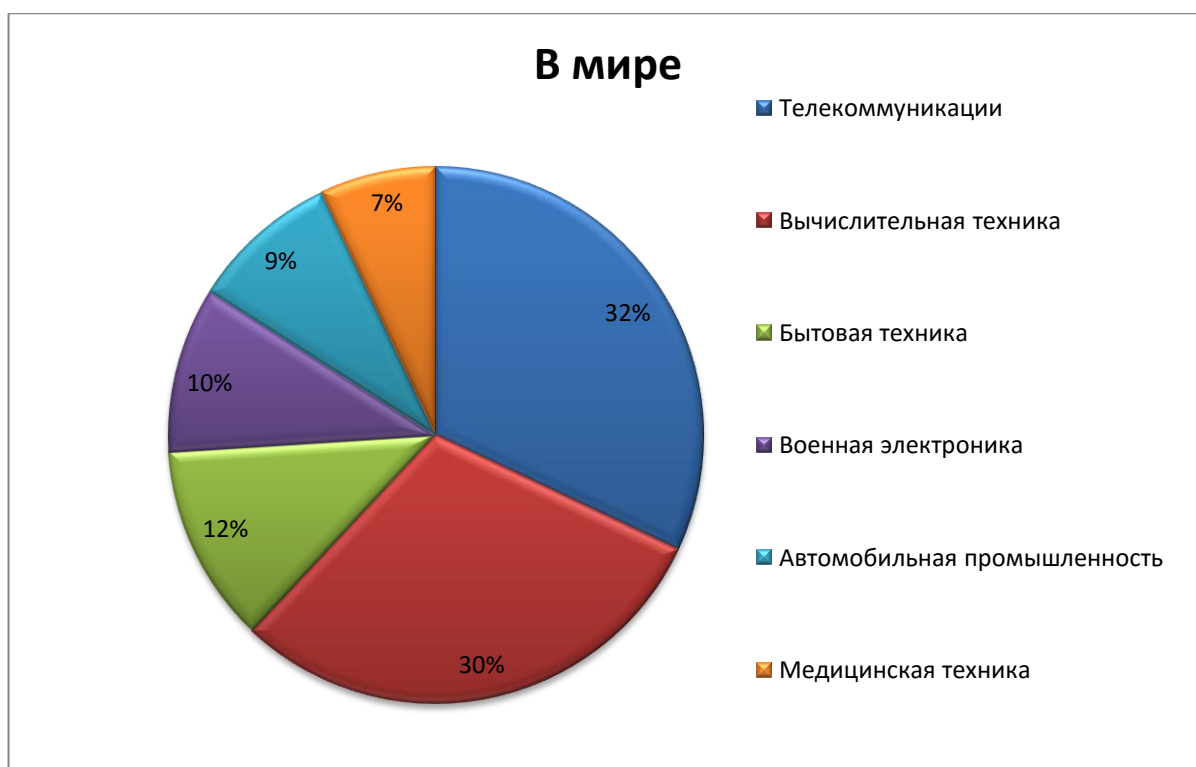


Диаграмма 1. Структура использования ПП в мире



Диаграмма 2. Структура использования ПП в России

Предприятия, производящие оборонную продукцию не имеют права заказывать импортные ПП, и именно в рамках ВПК сохранились крупные производства ПП. Эти предприятия подчиняются Роспромторгу, Роскосмосу и

Росатому. При образовании больших структур увеличились инвестиции в основные средства, в том числе и в производство ПП. Целью реализованных и заказанных проектов, касающихся модернизации производства ПП, является поддержания работоспособности и улучшения технических показателей готовой продукции.

К таким производителям относится акционерное общество «Научно-производственный центр «Полюс», который специализируется на создании наукоемкого бортового и наземного электротехнического оборудования и систем точной механики.

1.2. Акционерное общество «Научно-производственный центр «Полюс»

Акционерное общество «Научно-производственный центр «Полюс» (далее АО «НПЦ «Полюс» или организация) образована в 1951 г. с целью развития специальной электромеханики и первоначально называлось Томский филиал Всесоюзного научно-исследовательского института электромеханики (ТФ ВНИИЭМ).

В 1980 г. НИИ электромеханики преобразован в научно-производственное объединение «Полюс» (НПО «Полюс») для решения следующих научно-технических задач: (диаграмма блин)

а) разработка и изготовление электрооборудования космических аппаратов:

– для автономных систем электроснабжения на базе комплексов автоматики и стабилизации;

– для систем питания и управления электрореактивными и термokatалитическими двигателями;

б) разработка и изготовление электромаховичных исполнительных органов систем ориентации;

в) разработка и изготовление статических преобразователей для автономных объектов;

г) разработка и изготовление систем электроснабжения корабельных комплексов;

д) разработка и изготовление генераторных систем электропитания для автономных объектов.

В 1993 г. НПО «Полюс» преобразовано в государственное научно-производственное предприятие «Полюс» (ГНПП «Полюс»), в 1996 г. – в федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-производственный центр «Полюс» (ФГУП «НПЦ «Полюс»). В 2007 г. ФГУП «НПЦ «Полюс» реорганизовано в ОАО «НПЦ «Полюс». В 2015 г. ОАО «НПЦ «Полюс» реорганизовано в АО «НПЦ «Полюс».

В организации с 1964 г. внедрена комплексная система бездефектного труда, с 1978 г. – комплексная система управления качеством продукции.

С 1998 г. в организации внедрена СМК.

Организация прочно завоевала у заказчиков репутацию надежного партнера-поставщика качественной техники на уровне современных достижений науки в области создания продукции для оборонного комплекса и народного хозяйства [6]

1.2.1. Описание деятельности предприятия

Акционерное общество «Научно-производственный центр «Полюс» ведет свою деятельность по трем направлениям: космическая, морская и авиационная тематика заказов. Идет постоянное увеличение объемов производства. Выпуск готовой продукции предприятия в штуках приведен на графике 1.

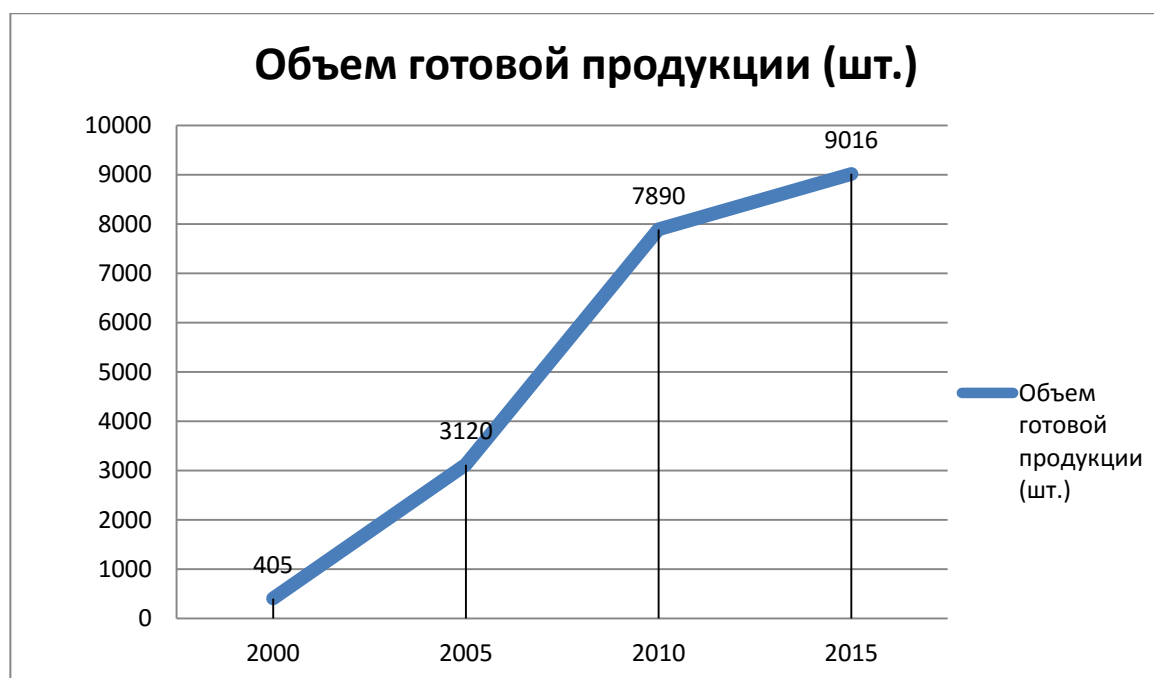


График 1. Объем выпускаемой продукции

При таком росте за каждые пять лет производство увеличивается примерно на 2500-3000 тысячи единиц. Такие показатели говорят, о том, что данное предприятие конкурентоспособно, не смотря на то, что в России множество подобных предприятий, работающих по государственным заказам.

Рассмотрим номенклатуру выпускаемой продукции на диаграмме 3.

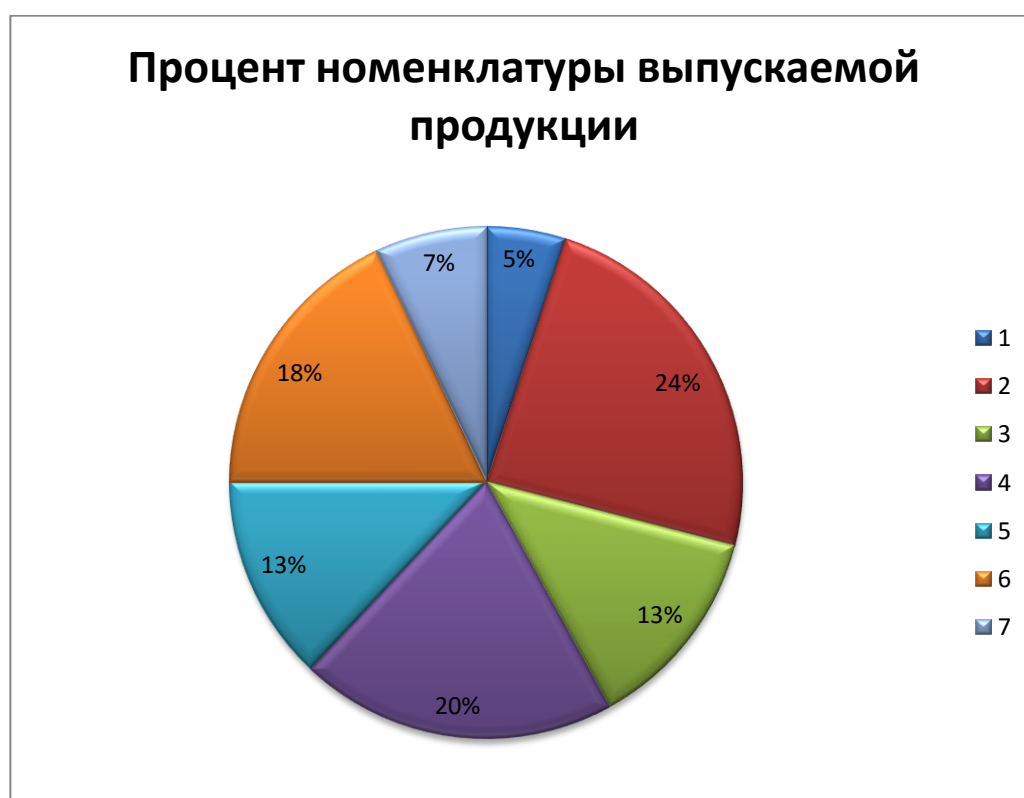


Диаграмма 3. Номенклатура выпускаемой продукции.

На диаграмме 3 показана номенклатура выпускаемой продукции:

1. Разработка и изготовление электрооборудования космических аппаратов.
2. Автономные системы электроснабжения на базе комплексов автоматики и стабилизации.
3. Системы питания и управления электрореактивными и термокаталитическими двигателями.
4. Разработка и изготовление электромаховичных исполнительных органов систем ориентации.
5. Разработка и изготовление статических преобразователей для автономных объектов.
6. Разработка и изготовление систем электроснабжения корабельных комплексов.
7. Разработка и изготовление генераторных систем электропитания для автономных объектов.

Исходя из таких данных на диаграмме 4 представлено соотношение отраслей, для которых АО «НПЦ «Полюс» разрабатывает и производит готовую продукцию.



Диаграмма 4. Производство готовой продукции по отраслям

К таким объемам производства предприятие очень долго добивалось различными способами, такими как, внедрение в первую очередь государственных стандартов благодаря которым можно работать по государственным заказам, отраслевых стандартов, внедрение системы менеджмента качества, разработка эффективных планов производства, внедрение новых разработок и технологий производства и т. д. Далее рассмотрим структуру СМК на предприятии.

1.2.2. Структура СМК на предприятии

Генеральным директором организации утверждены Политика в области качества (Приложение 2) организационная структура СМК (Приложение 1), которая постоянно совершенствуется высшим руководством, оптимизируя распределение прав и полномочий между подразделениями организации с целью повышения эффективности их труда.

В структуру организации входят следующие подразделения:

- тематические отделения, состоящие из отделов-разработчиков и конструкторских подразделений;
- технологические;

- производственные;
- вспомогательные;
- служба качества.

Отделы-разработчиков и конструкторские подразделения:

- разрабатывают техническую документацию на продукцию и отвечают за формирование уровня качества продукции с учетом новейших достижений научно-технического прогресса и требований заказчика;
- осуществляют внешние связи организации по этим вопросам;
- ведут отработку технической документации на экспериментальных и опытных образцах с целью совершенствования конструкции и повышения технологичности изделий;
- участвуют совместно с другими подразделениями в прогнозировании технического уровня и планировании повышения качества продукции, в исследовании причин несоответствий изделий установленным требованиям в процессе производства, испытаний и эксплуатации;
- определяют уровень стандартизации и унификации разрабатываемых изделий;
- осуществляют авторский надзор.

Технологические подразделения:

- разрабатывают ТД и отвечают за руководство технологической подготовкой производства;
- ведут работы по поддержанию технического уровня и повышению качества продукции технологическими методами;
- осуществляют технологический контроль КД;
- совместно с разработчиками и конструкторами обеспечивают технологичность разрабатываемых конструкций;
- контролируют соблюдение требований ТД производственными подразделениями;

- участвуют в планировании повышения качества выпускаемых изделий в процессе производства, испытаний и эксплуатации;
- согласуют с разработчиками и предприятиями-изготовителями условия применения материалов;
- осуществляют экологический менеджмент.

Производственные подразделения организации (экспериментальное производство и цехи опытного производства):

- отвечают за изготовление продукции в полном соответствии с КД;
- обеспечивают отгрузку изделий потребителям в соответствии с требованиями договора (контракта);
- поддерживают установленный технологический режим изготовления продукции, необходимый уровень культуры производства;
- отвечают за правильную эксплуатацию оборудования, оснастки, измерительных средств;
- участвуют в отработке КД и ТД;
- участвуют в разработке мероприятий по повышению качества и надежности продукции организации;
- участвуют в работе комиссий по выявлению причин несоответствий изделий.

Вспомогательные подразделения:

- осуществляют метрологическое обеспечение качества продукции, метрологическую экспертизу технической документации, надзор за правильной эксплуатацией и состоянием средств измерений, проводят поверку и входной контроль средств измерений, устанавливают внешние связи по метрологии, участвуют в планировании повышения качества и надежности выпускаемых изделий;
- обеспечивают производство качественными материалами, покупными комплектующими изделиями и электрорадиоизделиями с

соблюдением необходимых условий их хранения в соответствии с установленными требованиями;

- отвечают за своевременное информационное обеспечение;
- обеспечивают подразделения организации копиями комплектной КД, ведут ее прием, учет и хранение, своевременно вносят изменения в КД и ТД, отвечают за корректировку стандартов организации, формируют фонд стандартов и технической документации организации, в том числе по управлению качеством продукции, проводят нормоконтроль КД и ТД, рассматривают и согласовывают технические задания на разработку по стандартизации, анализируют качество документации для годового анализа качества выпущенной продукции, организуют внедрение и контролируют соблюдение требований стандартов;

- обеспечивают эксплуатационную надежность производственного оборудования и его технологическую точность, исправность и эффективность действия всех энергетических систем для выпуска качественной продукции;

- осуществляют обслуживание и ремонт зданий, сооружений, управление транспортом, связью, обеспечивают производственную среду, менеджмент охраны труда;

- осуществляют финансовый менеджмент, менеджмент персонала;
- планируют выполнение НИР и ОКР научными отделами, выпуск продукции экспериментальным и опытным производством, устанавливают и согласуют цены на продукцию, проводят анализ экономической деятельности подразделений и организации в целом;

- проводят маркетинговые исследования потребности и спроса на продукцию по профилю деятельности организации.

В службу качества входят:

- контроль и испытания продукции в процессе производства;
- контрольные разборки изделий (узлов);

- контроль соблюдения технологической дисциплины в производственных подразделениях;
- исследование и закрытие рекламаций.
- участвует в планировании работ по обеспечению качества, разработке и корректировке стандартов СМК;
- проводит внутренние проверки;
- координирует работы по выпуску ежегодного анализа СМК организации;
- осуществляет контроль исполнительской дисциплины;
- разрабатывает программы гарантирования качества;
- организует работу комиссий по проведению ТКО, рассмотрению готовности поставки продукции и других рассмотрений, касающихся завершения соответствующих этапов работ, предусмотренных контрактом;
- организует исследование причин несоответствий изделий установленным требованиям в процессе производства;
- участвует, при необходимости, в согласовании входных данных по созданию (модернизации) продукции, в том числе ТТЗ (ТЗ), контрактов (договоров), плановых и программных документов по качеству и т.д., в принятии решений по вопросам обеспечения качества продукции, совершенствовании и повышении результативности СМК.
- проводит входной контроль и дополнительные испытания поступивших в организацию ЭРИ;
- проводит контроль качества материалов и ПКИ, поступающих в организацию;
- осуществляет рекламационную работу;
- ведет сбор и обработку статистических данных о качестве закупленной продукции.
- осуществляет нормоконтроль ДС и технической документации;

- обеспечивает организацию ДС и технической документацией (получение, учет, хранение, выдача, актуализация);
- ведет работы по стандартизации.
- осуществляет обеспечение надежности, теплового режима, спецстойкости разрабатываемых изделий;
- – выбирает и согласовывает применение в разрабатываемом изделии ЭРИ, анализ предприятий-поставщиков;
- участвует в исследовании причин дефектов и отказов в процессе производства, испытаний, эксплуатации и в разработке рекомендаций по их устранению и предупреждению;
- анализирует статистические данные и количественную оценку надежности изделий на всех стадиях их разработки и эксплуатации [4]

1.2.3. Методы контроля качества

1.2.3.1. Классификация методов контроля качества

Показатели качества технических устройств (в том числе радиоэлектронных изделий или технологических процессов их производства) контролируют по техническим условиям (ГОСТ 15504-81) и проводится подразделениями ОТК, которые, как правило, входит в службы управления качества радиоэлектронного комплекса предприятий, в некоторых предприятиях отдел ОТК наоборот включает в себя службу качества.

Технический контроль проводится со следующими целями:

- получение первичной информации о реальном состоянии изделий и показателей их качества;
- сравнение первичной информации с установленными требованиями, а также критериями норм в технической документации.

Вторичная информация используется для составления решений по управлению и направлены на объект контроля. В этом случае решается главная задача управления качеством – совершенствование конструктивных

характеристик изделия и сведение к минимуму выявленных несоответствий в технологическом процессе и документации.

Объектом контроля являются предметы труда (радиоэлектронные изделия, техническая документация), организация рабочего места или испытательного оборудования, средства технологического оснащения и инструменты, технологические процессы создания продукции и т.п. Контроль качества определяется совокупностью его свойств.

В зависимости от возможностей дальнейшего использования проконтролированной продукции методы контроля подразделяются на разрушающие и неразрушающие.

Методы контроля подразделяются на разрушающие и неразрушающие, в зависимости от возможности дальнейшего применения продукции.

Данные методы применяют при испытаниях радиоэлектронных изделий на надежность, безотказность и сохраняемость (проверка причин отказов). После проведения разрушающего контроля продукция непригодна для дальнейшего использования по назначению.

Неразрушающий контроль проводится методами, которые не оказывают влияния на работоспособность изделия (например, звуковых параметров, электрических параметров и т.п.). В случаях положительных результатов после неразрушающего контроля объект считается годным или не годным к дальнейшему использованию.

Контроль по целям бывает: 1 – приемочный контроль продукции (не обязательно готовой), по результатам которого принимается решение ее пригодности к использованию; 2 – контроль технологических процессов на соответствие качества выпускаемой продукции заданным техническим требованиям. Этот вид контроля включает в себя задачи статистического контроля технологических процессов производства радиоэлектронных изделий.

В зависимости от стадии производственного процесса выделяют:

- входной контроль качества – контроль сырья, полуфабрикатов, покупных изделий, в том числе и комплектующих, деталей, сборочных единиц и изделий, получаемых предприятием.

- операционный контроль – операционный контроль деталей, сборочных единиц в ходе технологического процесса (во время выполнения или после завершения определенной операции).

Суть операционного контроля – выявление отклонений в деталях и сборочных единицах от конструкторской и технологической документации. В результате данного контроля несоответствующие детали и сборочные единицы не попадают на последующие этапы технологического процесса, также по итогу контроля разрабатывают мероприятия по обеспечению качества технологического процесса и качества выпускаемых изделий.

- цель приемочного контроля проверить качество выпускаемой продукции, ее комплектующих, соответствие требованиям нормативно-технической документации и принятие решений о пригодности к эксплуатации и поставкам заказчика.

Работники ОТК в ходе приемочного контроля проверяют: качество сборки, настройки готовых изделий, их комплектность, наличие технической, сопроводительной и документы по эксплуатации, маркировку, клеймение и упаковку.

По характеру организации контроль подразделяется на инспекционный и летучий.

Цель инспекционного контроля проверить эффективность ранее выполненного контроля. Проводится в случаях необходимости проверки качества работы сотрудников отдела технического контроля. Также данный вид контроля могут проводить представители заказчика при приемке особо важных видов продукции.

Летучий контроль проводится с произвольной периодичностью и также носит инспекционный характер. В ходе выполнения летучего контроля проверяются все стороны деятельности предприятия по выпуску

контролируемой продукции, не предусмотренные перечнем обязательных контрольных операций. [5]

По степени участия оператора в процессе контроля выделяют ручной контроль и автоматизированный.

Ручной контроль подразумевает индивидуальный контроль с применением индивидуальных средств контроля параметров радиоэлектронных изделий оператором-контролером.

При автоматизированном контроле применяются автоматизированные системы контроля, которые обеспечивают проведение контроля оператором-контролером с использованием автоматизированных средств контроля или автоматических систем контроля, которые обеспечивают проведение контроля с использованием автоматических измерительных средств без участия оператора-контроля.

Главными целями контроля качества в процессе производства являются:

- обеспечение выпуска готовых изделий, соответствующих технологической и конструкторской документации и соответствие документации по стандартизации;
- своевременное предупреждение отклонений в производственном процессе;
- получение информации о состоянии производственного процесса и о качестве готовых изделий.

Проверка соответствия количественных и качественных показателей деталей и сборочных единиц требованиям, установленными в конструкторской и технологической документации.

Объектами контроля в процессе производства являются:

- материалы и комплектующие изделия (ЭКБ);
- составные части изделия (детали, сборочные единицы и комплекты), готовые изделия;
- технологические процессы;

- технологическое оборудование (в том числе испытательное) и технологическое оснащение;
- конструкторская и технологическая документация;
- средства контроля.

Входной контроль обеспечивает процесс изготовления изделий и его составных частей исходной продукцией, которая должна соответствовать всем требованиям конструкторской, технологической документации и нормативно-техническим документам на ее поставку заказчиком. В процесс входного контроля также входит проверка соблюдения правил и сроков хранения ЭКБ.

В таблице 1 приведены объекты контроля и примеры их дефектов.

Таблица 1. Основные объекты контроля и их дефекты. [19]

Объект контроля	Дефекты	Методы контроля
1	2	3
Полупроводниковые изделия (транзисторы, диоды, тиристоры)	Трещины, повреждения кристаллов, обрыв проводов и короткие замыкания	Рентгеноскопический контроль Фоторегистрация
Интегральные схемы	Обрыв выводов, короткие замыкания, некачественная металлизация, пробой конденсаторов, объемные дефекты полупроводника.	Визуальный контроль Рентгеноскопический контроль Фоторегистрация
Многослойные печатные платы	Утонение и коррозионный износ проводников; некачественная металлизация; отслоение проводников.	Рентгеноскопический контроль Фоторегистрация Электрический контроль
Сборочные единицы и комплектующие	Некачественный монтаж; неудачное размещение элементов на плате.	Визуальный контроль Электрический контроль

Резисторы	Локальное уплотнение; непроводящие включения; трещины.	Электрический контроль Тепловой контроль Рентгеноскопический контроль
Конденсаторы	Замыкание слоев конденсаторов в микросхемах.	Тепловой контроль Рентгеноскопический контроль
Контроль пайки выводов интегральной схемы с контактными площадками микроплат	Непропай выводов	Рентгеноскопический контроль

На всех этапах производства электронной продукции технологический контроль играет далеко не последнюю роль. Именно по этой причине производители электронных изделий внедряют в технологический процесс этапы входного и выходного контроля и серии этапов промежуточного контроля. Например, методы контроля печатных плат так же бывают различными. К ним относятся визуальный, рентгеновский контроль и фоторегистрация.

Визуальный контроль.

Контроль внешнего вида изделий является неотъемлемой частью многих технологических процессов. Он используется для оценки качества отдельных операций и как составная часть итогового контроля. Например, по внешнему виду контролируется качество пайки радиокомпонентов на плату, качество приклейки на химический состав радиокомпонентов, установка лепестков на плату и т.д.

Одним из первых технологических процессов, который подвергается тщательному визуальному контролю, стал процесс сборки печатных плат.

Визуальный контроль применяется как после промежуточных этапов поверхностного монтажа, так и в самом конце процесса сборки.

Таким образом, визуальный контроль используют после следующих операций:

- Установка ЭРИ на химические составы;
- Пайка ЭРИ и монтаж после настройки;
- Отмывки печатных плат;

При визуальном контроле изделие проверяется по таким параметрам, как правильность сборки печатных плат (определяется наличие и полярность установленных компонентов), а так же контроль качества пайки плат. Основным достоинством визуального контроля является низкая стоимость оборудования, однако существенными минусами являются сильное влияние человеческого фактора и длительное время проверки.

Визуальный контроль плат отличается низкой стоимостью требуемого оборудования, что делает его достаточно доступным. В то же время выявление дефектов именно после начальных технологических операций необходимо, так как в дальнейшем их устранение (ремонт) существенно затрудняется или становится невозможным. [21]

Для визуального контроля, как правило, используют *микроскоп* (рис. 5) или специальные оптические приборы, суть которых заключается в многократном увеличении исследуемой поверхности и предоставления ее изображения оператору. В силу того, что непосредственный анализ изделия ведет оператор, налицо и главный минус такого метода - человеческий фактор.



а)



б)

Рисунок 5 (А, Б). Использование микроскопов при визуальном контроле

На самом деле визуальный контроль присутствует на всех этапах жизненного цикла, но основной контроль осуществляется после монтажа печатных плат, так как на этом этапе возникает большое количество дефектов. Факторы, влияющие на качество и надежность электронной аппаратуры, рассмотрены на рисунке 6.

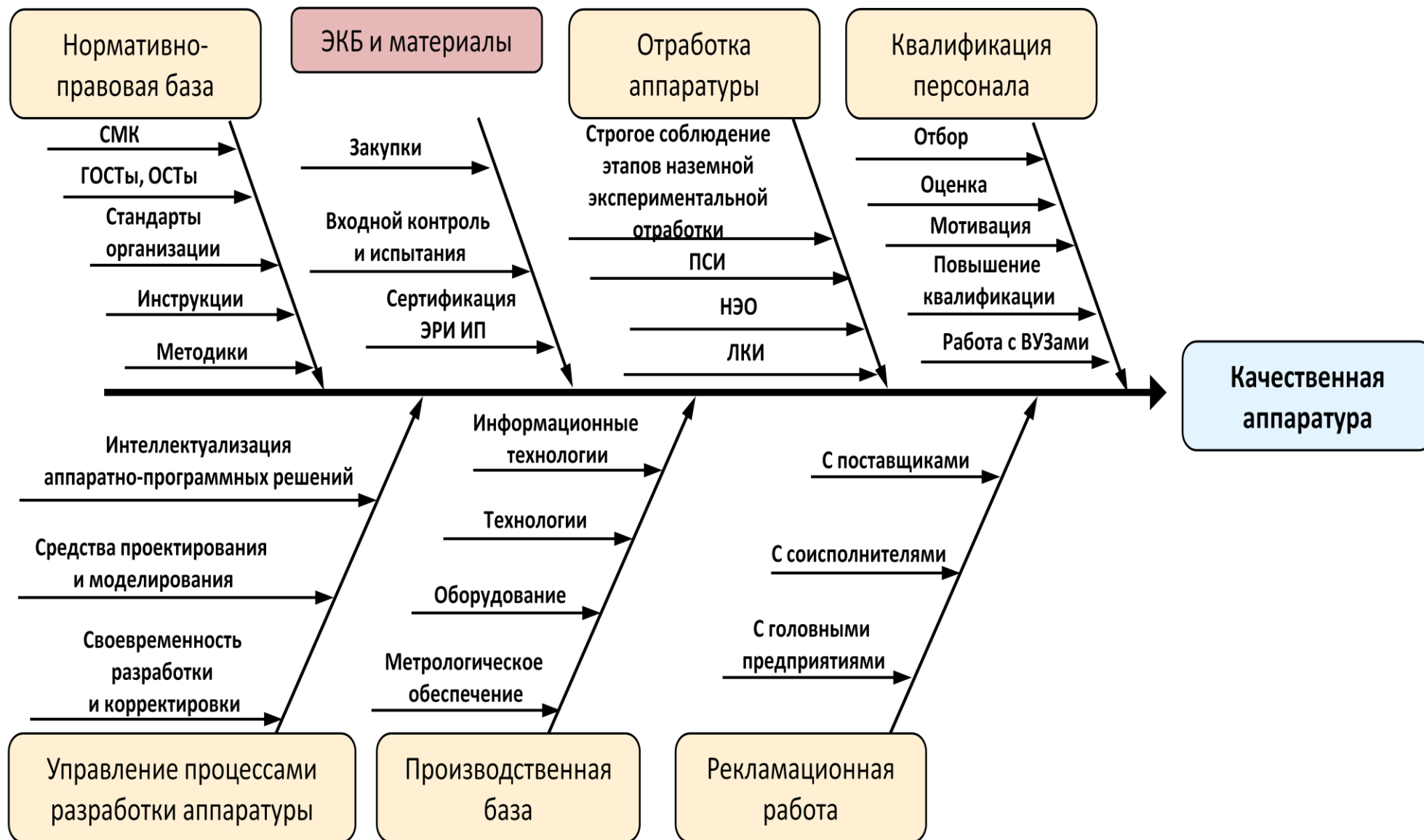


Рисунок 6. Факторы, влияющие на качество и надежность электронной аппаратуры

При визуальном контроле используют различные инструменты, которые помогают впоследствии проанализировать проблемы и причины их возникновения. Одним из таких инструментов, которым пользуются контроллеры при визуальном контроле, является контрольный листок.

Контрольный листок - это один из семи инструментов контроля качества. Цель этого инструмента сбор информации в результате наблюдений и измерений контролируемых параметров в течение определенного времени. Вся информация заносится в форму в виде таблицы.

С помощью контрольного листка всю собранную информацию можно распределить по категориям, можно определить частоту возникновения тех или иных событий, поэтому в результате получаем систематизированную информацию.

Существует множество видов контрольных листков, поэтому чаще всего для определенной цели разрабатывают свою форму контрольного листка. Например:

- Контрольный листок для регистрации распределения измеряемого параметра в ходе производства;
- Контрольный листок причин дефектов;
- Контрольный листок для фиксирования отказавших деталей в приборе;
- *КЛ регистрации видов дефектов;*

В отделе технического контроля используется КЛ регистрации видов дефектов.

В контрольном листке должна присутствовать информация, которая представляет интерес для анализа, например, измеряемый параметр, название и номер детали, указывают цех, участок, станок, контролер и т.д.

Обязательно ставится дата заполнения, листок подписывается лицом, его непосредственно заполнявшим, а в случаях, если на нем приводятся результаты расчетов - лицом, выполнявшим эти расчеты.

Пример контрольного листка, который используется на предприятии:

Таблица 2.

Контрольный листок регистрации дефектов печатных плат		
Цех № 1 Участок <u>монтажа</u> <u>печатных плат</u>	Изделие <u>Печатные платы</u> Операция <u>Контроль</u> Контролер Иванов	Количество деталей <u>3188</u> <u>шт</u>
Типы дефектов	Данные контроля	ИТОГО
Радиоэлемент установлен не по чертежу	//////////////////////////////////// //////////////////////////////////// //////////////////////////////////// //////////////////////////////////// //////////////////////////////////// ////////////////////////////////////	131
Трещины	//////////////////////////////////// //////////////////////////////////// ////////////////////////////////////	98
Расслоение платы	//////////////////////////////////// //////////////////////////////////// ////////////////////////////////////	88
Недостаток припоя	//////////////////////////////////// ////////////////////////////////////	54
Поврежденный радиоэлемент	//////////////////////////////////// ////////	45
Установлен радиоэлемент другого номинала	//////////////////////////////////// /////	42
Царапины	////////////////////////////////////	20
Нарушена маркировка радиоэлемента	////////////////////////////////////	16
Нарушена технология установки радиоэлемента	////////////////////////////////////	11
ИТОГО		505

На основе данных из КЛ можно проводить статистические анализы, которые помогут выявить динамику появления дефектов.

Суть визуального контроля состоит в том, что контроллер ОТК сопоставляет изделие с конструкторской документацией, в которой описан эталонный образец, и находит видимые отклонения. Отклонения могут быть обратимые и необратимые, обратимые отклонения – это ошибки исполнителя, которые можно исправить и отправить на следующий этап

производства. Например, радиоэлемент установлен не по чертежу (смотря какой элемент, некоторые радиоэлементы очень хрупкие и в результате демонтажа могут быть испорчены), ошибки в комплектовании радиоэлементов (номиналы и даты изготовления на элементах не соответствуют конструкторской документации) и т.д. Необратимые отклонения, это ошибки, которые с трудом можно исправить, либо изделия с такими отклонениями, что оно не пригодно для эксплуатации (нарушение целостности печатных плат; расколы и трещины на корпусах радиоэлементов и т.п.).

Визуальный контроль это субъективный контроль, так как выявленный брак зависит от мнения экспертов, которые выявляют брак в силу своих предпочтений. Поэтому в процесс визуального контроля внедряют различные средства, которые помогают более точно выявлять бракованную продукцию. Такими средствами являются фоторегистрация и рентгеноконтроль.

Фоторегистрация – это контроль за технологическим процессом с помощью фотоснимков. Контроль на основе фоторегистрации позволяет установить, насколько правильно установлены радиоэлементы, выявить ошибки, выявить большие отклонения от конструкторской документации и т.п.

Плюсом фоторегистрации является то, что этот метод можно использовать не только на отдельном этапе производства, но и на протяжении всего жизненного цикла изделия. Необходимость фотографирования дефектов обуславливается тем, что данные фотографии используются для отчетов по исследованию несоответствий как в процессе производства, так и в процессе эксплуатации, для отправки потребителю для анализа и принятия решения, и для наглядной демонстрации.

Итак, в жизненном цикле изделия, сфотографированные дефекты могут быть использованы как подтверждение выполнения требований

конструкторской документации, документов по стандартизации и технологических условий:

- Для исследований причин несоответствия в процессе производства;
- Как справочное пособие;
- Для оценки качества труда исполнителей;
- Для регистрации допустимых отклонений;
- Для регистрации принятых конструкторских решений.

Для выявления скрытых дефектов, которые не обнаружишь визуальным контролем, используют рентгеноскопический контроль. Данный вид контроля позволяет обнаружить такие виды дефектов, как перемычки между выводами, непропаи паяных отверстий, короткое замыкание между проводниками в печатных платах. Для элементов данный контроль позволяет выявить трещины (расколы) в корпусах, разрушение проводников и т.п.

Итак, при контроле печатных плат используют различные методы контроля, первоначальным контролем является визуальный, в результате которого получаются неравномерные результаты по различным видам дефектов, но при этом данный вид контроля нельзя исключать из процесса. В случае производства радиоэлектронной аппаратуры важную роль играют такие средства контроля как фоторегистрация и рентгеноконтроль, которые выявляют дефекты намного точнее, чем другие методы контроля.

2. Понятие фоторегистрации

Промышленная фоторегистрация – это процесс регистрации промышленных процессов на производстве и контроль за технологическим процессом с помощью фотоснимков. [13]

Такой контроль позволяет бесконтактным способом контролировать размеры и конфигурацию изготавливаемых изделий, выявить наличие дефектов без задержки или остановки производственного процесса. В результате фоторегистрации можно установить насколько правильно и

Диагностика на основе фоторегистрации позволяет установить, насколько правильно установлена деталь (точность установки, соосность) и большие отклонения от формы.

Процесс фоторегистрации не влияет на качество исполнения технологических процессов, и на качество продукции в целом, но является совершенно новым для предприятия и необходимым дополнением к технологическому процессу. Фоторегистрация не обеспечивает качество, но она контролирует точное выполнение требований конструкторской документации.

2.1. Процесс фоторегистрации в производственном цикле изделия на АО «НПЦ «Полюс»

Для предприятий, работающих по государственным заказам, разработаны требования по фотофиксации элементов технологического процесса изготовления, как обязательная операция. Для того, чтобы предприятие было конкурентоспособным оно внедряет новые методы, напрямую или косвенно влияющие на качество продукции. Одним из таких методов является фоторегистрация изделий в процессе монтажа, доработок и ремонта.

Рассмотрим производственный цикл изделия в цехе № 1. (Рисунок 7)



Рисунок 7. Производственный цикл изделия

Комплектование.

Комплектование изделий ЭРИ проходит по ведомостям покупных (на прибор) и ведомостям выдачи комплектующих (побочно), созданных на основании требований КД конкретных изделий по заказам. Скомплектрованные ЭРИ проходят входной контроль и необходимые дополнительные испытания, в зависимости от модели внешних воздействующих факторов, заложенных в техническом задании на изделие. Комплектовщики цеха комплектуют элементы, указывая в сопроводительной документации протоколы входного контроля и дополнительных испытаний.

Монтаж печатных плат

Монтаж печатных плат, происходит на двух участках: участок приклейки и изолирования химии и участок монтажа печатных плат. Перед установкой ЭРИ на печатные платы они проходят операцию формовка. Установка ЭРИ на печатные платы начинается на участке приклейки и изолирования, на котором в соответствии с требованиями конструкторской документацией, техническими условиями на ЭРИ, техническими условиями на установку ЭРИ, технологическими инструкциями на применение химических материалов на основании технологических процессов на монтаж сборочных единиц ЭРИ и детали устанавливаются при помощи химических материалов (клеев, паст, компаундов и др.) на печатные платы и при необходимости для завершения операции проходят сушку в НКУ или печах с определенной температурой.

На участке печати радиоэлементы устанавливают с помощью припоя. Исполнители руководствуются технологической и конструкторской документацией. Для качественной пайки исполнителю необходимо выполнить следующие общие правила:

1. Проверить и, при необходимости заточить жало паяльника;
2. Нанести флюс на место соединения в минимально необходимом количестве;
3. Подсушить флюс 5-10 с;

4. Очистить жало паяльника от окислов и загрязнений;
5. Взять жалом паяльника необходимое количество припоя;
6. Поместить жало паяльника в зону пайки, прогревая контактную площадку и, затем, вывод компонента.
7. Пайку выполнять только со стороны, противоположной установке компонента;
8. Спустя 2-3 с удалить жало паяльника из зоны пайки;
9. Оценить качество пайки, применяя лупу, при необходимости, до 7-10х;
10. Температуру жала паяльника контролировать 2 раза в смену.

После монтажа печатные платы промываются и покрываются лаком.

Монтаж печатных плат – это основа производства изделия, поэтому на данном этапе очень важен многоступенчатый контроль.

Контроль

В технологическом процессе контроль ОТК - это обязательная операция. Контроль присутствует на всех этапах производственного цикла в соответствии с требованиями технологической документации. На производстве существует много видов контроля, таких как визуальный, параметрический, рентгеноскопический и т.п. Например, после монтажа, доработок или ремонта печатных плат проводят визуальный контроль после выполнения каждой производственной операции. В сопроводительной документации (маршрутных листах, технологических паспортах) перечисляются все производственные и контрольные операции, в том числе имеется операция «Предъявление ОТК». Исполнители обязаны сделать отметку о выполнении операции поставив подпись, расшифровку подписи и указав дату и время выполнения операции. Кроме визуального контроля осуществляются комиссионный, плановый и летучий контроль технологической дисциплины, на которых контролируются требования по соблюдению требований ТД и ДС (например, параметры температуры жала

паяльника, антистатических требований, параметров окружающей среды и др.)

Настройка

После монтажа печатные платы в соответствии с технологической последовательностью направляются на настройку. Настройка осуществляется на основании инструкций по настройке. Требования инструкций по настройке устанавливаются на основе требований технических заданий потребителя на проектирование изделия. Для проведения настроечных операций собираются электрические схемы, при этом используются средства измерения (вольтметры, осциллографы, частотомеры, тестеры, источники питания), а также пульты, контрольно-испытательное оборудование. Исполнители проверяют и настраивают схему, регулируя и устанавливая подстроечные ЭРИ, получая выходные параметры в соответствии с требованиями установленными в инструкциях по настройке. В результате настройки заполняется протокол настройки.

Сборка

После настройки узлов на основе печатных плат, узлы собираются в прибор. Прибор в сборе проходит операцию настройка в сборе.

Испытания

После настройки прибор поступает на испытания. Испытания проходят на основании протоколов испытаний. Протоколы испытаний выпущены на основании технических условий на прибор. В протоколах перечислены последовательность и виды испытаний (электрические, механические, климатические). Испытания это внешнее воздействие на прибор фактором, соответствующим модели внешних воздействующих факторов, заложенных в техническом задании на прибор, при этом прибор должен выдавать параметры, соответствующие установленным требованиям с заданной точностью. При проведении испытаний используются испытательное оборудование, средства измерения пульты и контрольно-испытательное оборудование. По окончании испытаний заполняются

протоколы испытаний, и дается заключение о пригодности прибора к использованию.

На основании заключения оформляется формуляр на прибор с заключением о пригодности и гарантиях по срокам, который подписывает генеральный директор предприятия.

На рисунке 8 представлен подробный технологический процесс производства электронных изделий, и отмечены операции после которых необходимо внедрять фоторегистрацию и рентгеноскопический контроль.

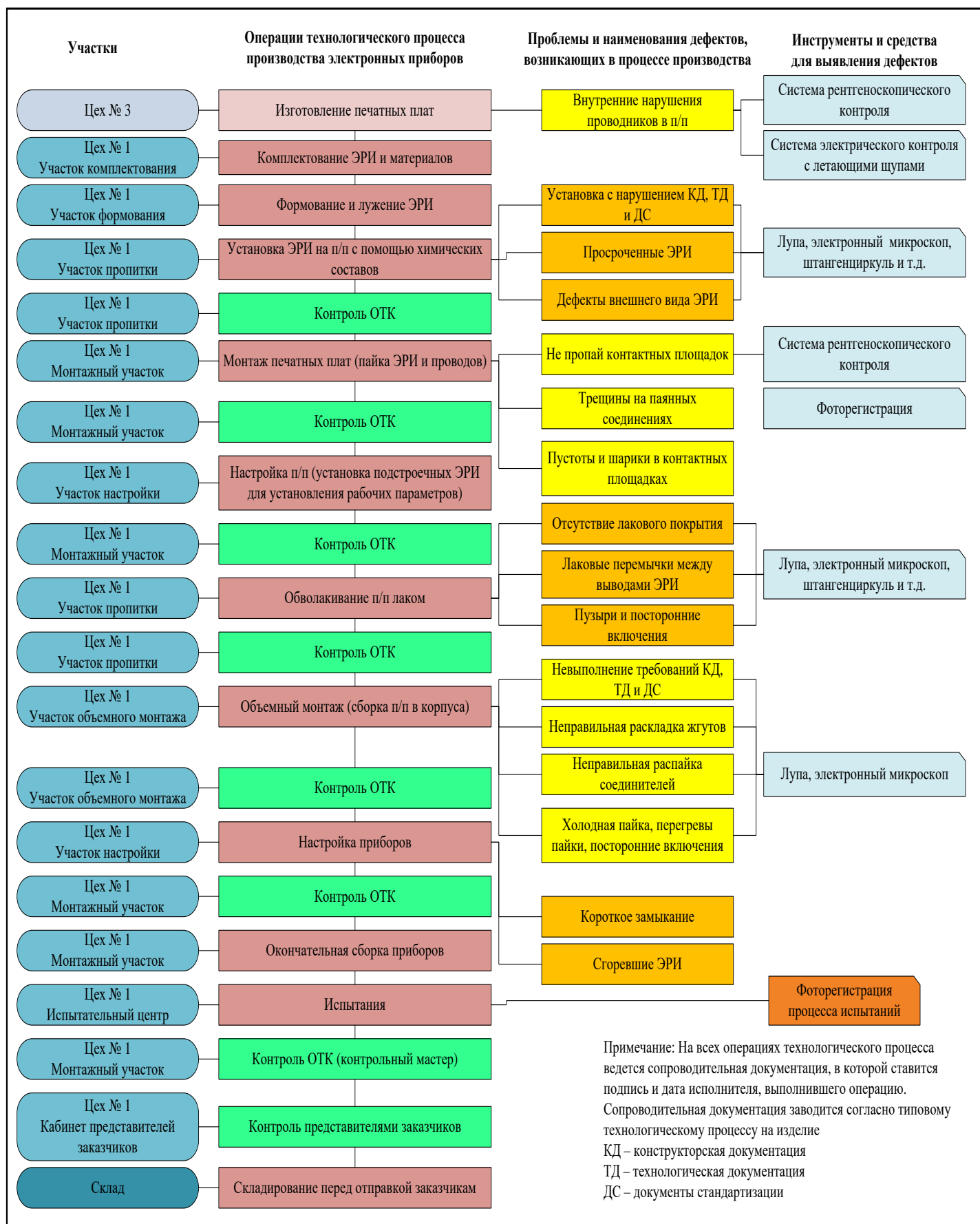


Рисунок 8. Технологический процесс производства электронных приборов

2.2. Создание и внедрение документов связанных с процессом фоторегистрации

Первая потребность в фотографировании появилась, в связи с получением многочисленных вопросов при отправке готовой продукции потребителю, связанных с проблемами комплектности и замечаний по внешнему виду изделия, целостности клейм разъемов и т.п. На предприятии ввелась процедура фотографирования с созданием базы данных фотографий. Но при использовании данной базы выявлялись недостатки (отсутствие снимков разъемов без заглушек, не попадание части прибора в кадр), которые мешали использовать базу как доказательный материал.

Поэтому процедура создания базы данных фотографий готовых изделий была формализована следующим образом:

- определен порядок фотографирования (что и как снимать);
- определено конкретное место в технологическом процессе сборки готовых изделий;
- определен порядок сохранения результатов, для быстрого поиска фотографий при необходимости.

Фиксацию, т.е. фоторегистрацию места ремонта или монтажа необходимо проводить в определенном порядке, для этого на предприятии разработали и внедряют технологическую инструкцию «Фоторегистрация готовых изделий, печатных плат в процессе монтажа, ремонта и доработок» и стандарт «Фотография образца. Порядок разработки, утверждения, применения, хранения и внесения изменений».

В ходе разработки технологической инструкции определились, на каких этапах производственного цикла будет проводиться фоторегистрация:

- В процессе монтажа готовых изделий и печатных плат. Процесс монтажа это основной цикл производства, где присутствуют ответственные операции, в ходе которых чаще всего исполнителями допускаются

отклонения от требований конструкторской и технологической документации.

– В процессе ремонта и доработок готовых изделий и печатных плат. В ходе ремонта необходимо фиксировать место ремонта «до» и «после».

Порядок фоторегистрации определен в технологической инструкции следующим образом:

«При фотографировании изделия и печатные платы устанавливать на предусмотренные технологическим процессом приспособления.

ВНИМАНИЕ! СОБЛЮДАТЬ МЕРЫ ПО ЗАЩИТЕ ИЗДЕЛИЙ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА СОГЛАСНО ТРЕБОВАНИЯМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ИНСТРУКЦИИ 0217149.25000.00222.

Фоторегистрация готовых изделий

1. Сфотографировать шильдик. Наименование и заводской номер изделия должны быть четко видны на фотографии.

2. Сфотографировать соединители или их группы в открытом виде с возможностью детального рассмотрения каждого соединителя со всех ракурсов (четыре стороны и верх).

3. Сфотографировать соединители или их группы, защищенные штатными заглушками, имеющих технологические переходники, необходимо выбрать такой ракурс, чтобы переходники были хорошо видны.

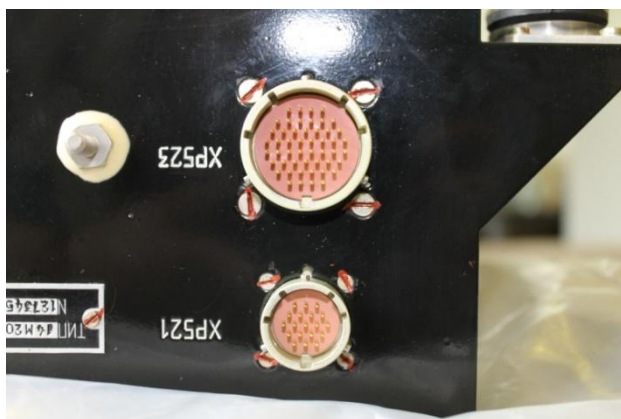
4. Сфотографировать изделие с четырех сторон и сверху, а также посадочные поверхности (низ), их может быть несколько.

5. Сфотографировать дефекты (царапины, вмятины и т.д.) на изделии крупным планом.

6. Сделать отметку в технологическом паспорте о выполнении фоторегистрации.»

Таким образом, четко определены действия исполнителя при проведении фоторегистрации. Последовательность данных действий

продиктована наличием множества недочетов на фотографиях готовых изделий, созданных ранее. На рисунках 9 (а, б, в, г) наглядно продемонстрировано как происходило фотографирование изделий до внедрения инструкции по фоторегистрации.



а)



б)



в)



г)

Рисунок 9 (а, б, в, г). Фотографии до внедрения инструкции по фоторегистрации

Фотографии, изображенные на рисунке 10 (а, б, в, г) демонстрируют выполнение требований инструкции по фоторегистрации.



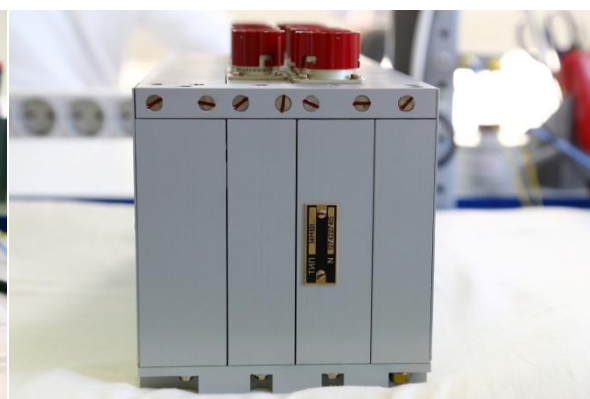
а)



б)



в)



г)

Рисунок 10 (а, б, в, г). Фотографии, выполненные по инструкции.

Для обязательного выполнения фоторегистрации введена операция «Фоторегистрация» в технологические паспорта сборки готовых изделий, а также паспорта на монтаж печатных плат, маршрутные листы ремонта и листы дополнительных операций при доработках за выполнение которой расписывается исполнитель.

Что касается сохранения результатов, то инструкция предлагает конкретный способ создания и сортирования базы фотографий:

«Хранение фотографий»

По окончании фоторегистрации перенести фотографии в папку для хранения, название которой указано в сопроводительной документации. При этом удалить дубликаты фотографий.

Скопировать фотографии готовых изделий и их дефектов на компьютер фотографа. Скопировать фотографии печатных плат в процессе их монтажа, ремонта и доработок на компьютер на участке печатных плат.

При копировании фотографий готовых изделий должны быть созданы папки, названия которых содержат: наименование изделия, номер прибора, наименования фотографий. Например, КАС-Б/ № 1273458551/фотографии.

Сдать в архив отдела № 3 папки с фотографиями готовых изделий и печатных плат.

Файлы хранятся в архиве на один год больше их гарантийного срока.»

На предприятии внедрена процедура фоторегистрации для:

- готовых изделий;
- в процессе монтажа, доработок, ремонта печатных плат;
- дефектов.

Внедрением данной процедуры достигнуты следующие цели:

1) создана доказательная база для решения спорных вопросов при поставке изделий потребителю, а это необходимо в связи с высокой стоимостью выпускаемой продукции, и важно кто понесет издержки по восстановлению данной продукции при наличии несоответствий.

2) создана база для детальных исследований несоответствий при эксплуатации, сроки эксплуатации изделий возрастают до 19 лет, возникает необходимость сравнительного анализа аналогичных изделий.

При этом можно с уверенностью заявить, что одной ставкой фотографа и одним фотоаппаратом невозможно охватить все технологические потребности предприятия (не охвачен отдел сбыта, цех №10).

На предприятии внедрена процедура создания образцов внешнего вида монтажа блоков или монтажных жгутов;

Для этого был разработан отдельный стандарт, который устанавливает порядок разработки, утверждения, применения, хранения фотографии образца и внесения изменения в нее. Согласно которого:

1. Необходимость выпуска фотографии образца определяется комиссией по приемке первого образца.

Основным событием при создании фотографии образца является подготовка образца внешнего вида или выбор образца из имеющихся изделий. Это наиболее важный момент требующий заинтересованность со стороны производственного участка.

2. Образцы должны быть сфотографированы фотокамерой с разрешением не менее 12 мегапикселей при освещении, исключающем блики, препятствующие однозначности восприятия элементов электрического монтажа, укладки и крепления жгута. Формат изображения - полноцветный (24 бит).

3. Фотографии образца рекомендуется распечатывать на цветном принтере на бумаге формата А3.

4. Фотографии образца должны быть утверждены комиссией по приемке первого образца.

5. Члены комиссии заполняют паспорт на фотографии образца, ставят подпись в разделе «Утверждение фотографии образца». Разработана форма паспорта. Паспорту присваивается номер.

6. Фотографии образца сдаются в архив.

Фотографии образца будут служить методическим пособием при изготовлении изделия для монтажников, контролеров. В технологическом паспорте на изготовление сборочной единицы появится указание об использовании фотографии образца, который можно будет получить в архиве.

Наиболее приоритетной задачей при создании фотографий образцов внешнего вида является собственно создание образца внешнего вида, которое требует некоторых организационных и технических моментов. Этот образец должен быть выполнен под руководством конструктора и технолога наиболее квалифицированным исполнителем. Затем требуется комиссионно оценить данный образец, при необходимости доработать, а затем сделать необходимое количество фотографий, которые могут отражать этапность

создания данной сборочной единицы. Потом на данный образец оформляется паспорт, который сдается в архив.

По указанию в чертеже или технологическом паспорте при изготовлении партии изделий должен быть использован образец внешнего вида. Использование фотографий образца внешнего вида позволит сэкономить время на изготовление, избежать ошибки при изготовлении, а также обеспечить однообразность при изготовлении партий сборочных единиц, а также она будет востребовано для исполнителей. технологов, контролеров, инженеров исследователей.

В части создания фотографий образцов внешнего вида необходимо передать данную процедуру в производственные подразделения.

В приложении 3 и 4 приведены технологическая инструкция «Фоторегистрация готовых изделий, печатных плат в процессе монтажа, ремонта и доработок» и стандарт организации «Фотография образца. Порядок разработки, утверждения, применения, хранения и внесения изменений» соответственно.

3. Рентгеноскопический контроль

Рентгеноскопический контроль - метод радиационного неразрушающего контроля, основанный на преобразовании радиационного изображения контролируемого объекта в радиографический снимок или записи этого изображения на запоминающем устройстве с последующим преобразованием в световое. [4]

Несколько лет назад оборудование для контроля при помощи рентгеновских лучей интересовало только опытные производства, но сегодня при высокой плотности монтажа и применении компонентов со скрытыми выводами, возрастает потребность в таком контроле в условиях серийного производства.

На большинстве производственных участков широко применяется автоматический оптический и электрический контроль. Автоматический оптический контроль, как правило, используется для контроля нанесения паяльной пасты, наличия/ отсутствия компонентов, чтения маркировки, проверки наличия коротких замыканий, контроля полярности. Электрический контроль позволяет произвести конечный функциональный тест после проведенных сборочных операций.

К сожалению, наличие автоматического оптического и электрического контроля не гарантирует 100%-ного контроля качества собранных электронных изделий. Есть еще и скрытые дефекты в паяных соединениях (микротрещины, пузырьки воздуха, ненадежный контакт скрытых выводов компонентов BGA и т.п.), которые проявляются в процессе эксплуатации электронных узлов. Заранее их можно обнаружить на оборудовании, использующем рентгеновские лучи.

Оборудование для рентгенографии позволяет получить плоский снимок или трехмерную (объемную) модель исследуемого объекта, а компьютерный анализ снимка или полученной модели позволяет выявить дефекты в паяных соединениях. Информация о дефектах отображается в

понятной для оператора форме (например, фотография, на которой дефекты выделены различными цветами).

Самым распространенным компонентом, для контроля которого используют рентген, является BGA (Ball grid array — массив шариков). Данный корпус применяется для интегральных микросхем, который крепится на плату путем оплавления шариков припоя.

Контроль пайки BGA компонентов визуальным или оптическим методами довольно проблематичен, поскольку большая часть шариков скрыта выводами, расположенными на краю компонента. Поэтому проверка должна осуществляться на установке рентгеновского контроля. В основе данного метода лежит просвечивание исследуемой области платы электромагнитным рентгеновским излучением и получение изображения объекта на приемнике.

В большинстве случаев получаемую картинку анализирует человек (оператор), что приводит к возникновению человеческого фактора и увеличивает время проверки изделия.

Рентгеновский контроль плат используется, исключительно после операции пайки ЭРИ или отмывки печатных плат. В силу своего небольшого спектра применения и высокой стоимости, оборудование для рентгеновского контроля плат используется не так часто как, скажем, оборудование для оптического контроля, однако если предприятие выпускает ответственную продукцию, в составе которой есть компоненты со скрытыми выводами, то использование оборудования такого типа становится необходимым.

Рентгеновские системы, обладающие высоким разрешением, способны очень точно оценивать качество скрытых паяных соединений. В отличие от оборудования с машинным зрением и оптическим контролем рентгеновские системы просвечивают материалы, чтобы показать скрытые паяные соединения в различных приборах с планарным массивом выводов.

[7]

Дефекты пайки бывают следующих видов:

- Непропаи из-за недостаточного количества припоя
- Замыкание/короткое замыкание из-за излишка припоя
- Поры из-за наличия пузырьков воздуха в припое
- Неправильное расположение/отклонение из-за неточного расположения компонентов.

То, насколько легко разглядеть эти дефекты, зависит от разрешения изображения. Такие дефекты, как замыкания и серьезные отклонения, можно обнаружить при помощи микроскопа. Для обнаружения других дефектов, например, пор, требуются рентгеновские методы исследования, дающие разрешение до одного микрона и имеющие мощность более 100 Вт, в особенности для таких устройств, как микроBGA.

Чтобы обнаружить непропаи, требуется высокое разрешение (1 микрон), комплексная манипуляция образцов (наклон и вращение печатной платы или системы получения изображений), а также сложные программы обработки изображений.

На предприятии приобретена Система рентгеновского контроля Microme|x 180 (рисунок 11).



Рисунок 11. Система рентгеновского контроля Microme|x 180

Данная установка позволяет выявить многие визуально не обнаруживаемые дефекты, например:

- пустоты;
- перемычки между выводами;
- трещины;
- шарики припоя;
- отсутствие смачивания;
- отсутствие вывода;
- непропаи паяных соединений;
- смещение;
- заполнение припоем монтажных отверстий;
- неравномерность смещение слоев (контролируется по металлизированным отверстиям);
- короткое замыкание между проводниками в печатных платах и некоторых элементов конструкции компонентов.

Для компонентов она позволяет выявить:

- трещины в корпусе, в кристалле;
- разрывы (разрушение) проводников разварки;
- пустоты в припое/клее, на который монтируется кристалл;
- прогиб проводников разварки.

Принцип работы установки состоит в следующем:

Рентгеновское излучение – это электромагнитное ионизирующее излучение, занимающее спектральную область между гамма- и ультрафиолетовым излучением в пределах длин волн от 10^{-4} до 10^3 ангстрем (от 10^{-12} до 10^{-5} см).

При проведении рентгеновского контроля исследуемый образец помещается между источником излучения (рентгеновской трубкой) и детектором. Возможность просмотра под углом обеспечивается либо наклонным столом, либо наклоном детектора. Второй вариант

предпочтителен, так как позволяет сохранить большое увеличение при контроле под углом (рисунок 12).

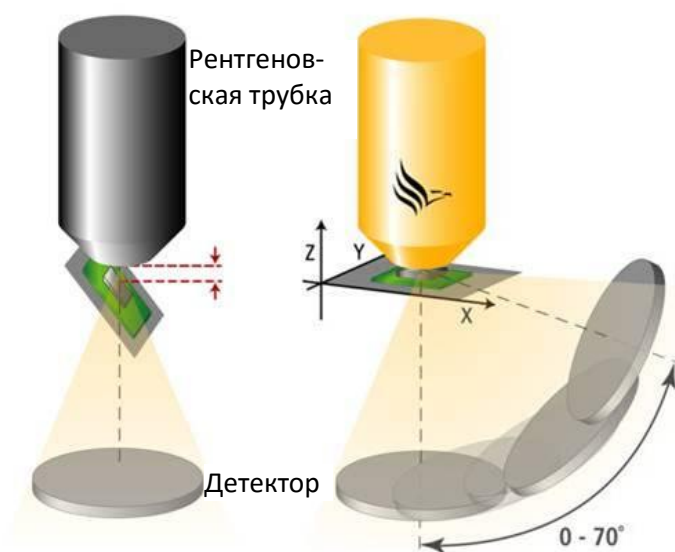


Рисунок 12. Варианты реализации возможности просмотра объекта под углом

Использование рентгеновского излучения для неразрушающего контроля возможно благодаря различному ослаблению рентгеновских лучей разными материалами либо одним и тем же материалом разной толщины.

На предприятии в настоящий момент рентгеновский контроль используется по четырем направлениям:

- при изготовлении предохранителей;
- при изготовлении печатных плат;
- при исследовании несоответствий при изготовлении. испытаниях и эксплуатации изделий;
- при несоответствиях при входном контроле ЭРИ.

Примеры рентгеновских снимков приведены на рисунках 13, 14, 15 и 16.

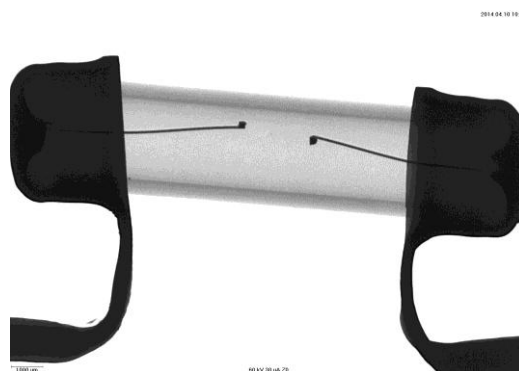
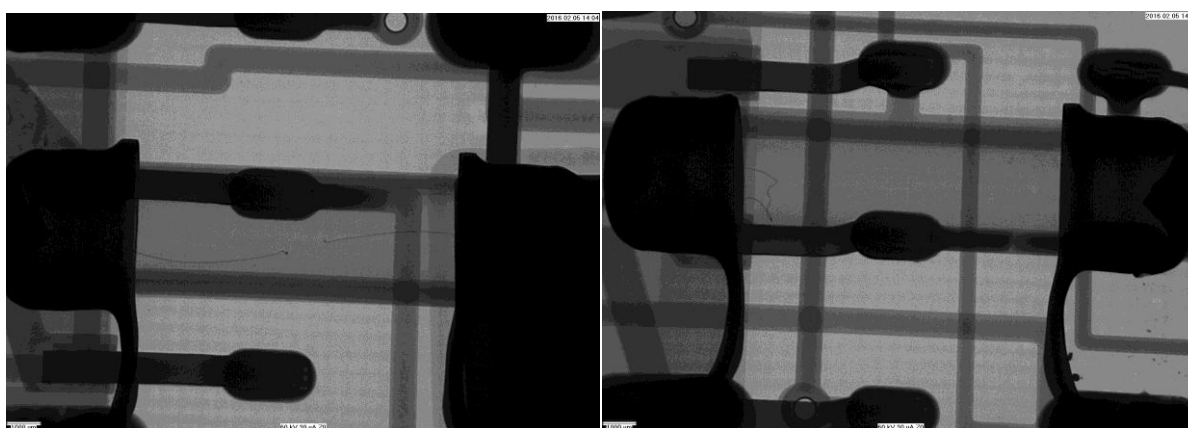


Рисунок 13. При изготовлении предохранителей



а)

б)

Рисунок 14 (а, б). При исследовании несоответствий

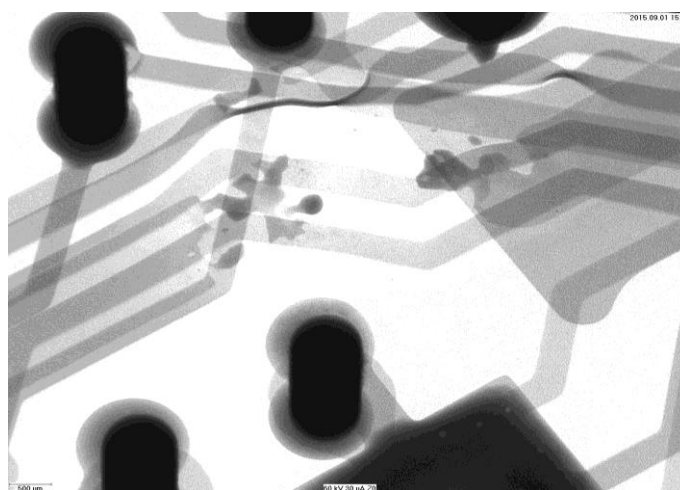
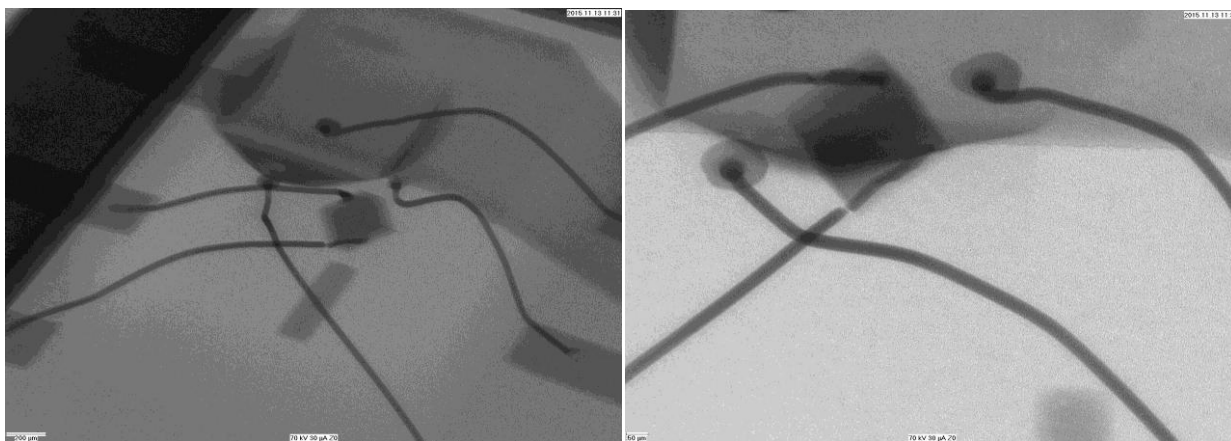


Рисунок 15. При настройке обнаружен внутренний дефект печатной платы



а)

б)

Рисунок 16. Внутренние обрывы, обнаруженные при проведении входного контроля ЭРИ

Данные примеры наглядно демонстрируют преимущества использования рентгеновского контроля. Статистика говорит, что 90% времени уходит именно на поиск и локализацию неисправности и только 10 %- на устранение самого дефекта.

При этом нужно отметить, что возможности применения Системы рентгеновского контроля Microme|x 180 ограничиваются размерами снимков, охватывающих площадь однократного просмотра 15 мм X 15 мм. Поэтому необходимость проведения рентгеновского контроля указана в технологической инструкции по монтажу изделий и используется только для ИМС с плотным шагом между выводами (менее 0,5 мм), а также мест по которым имеется сомнения у исполнителя и контролера.

На рисунке 16 приведен пример рентгеновского снимка, изображающего статор. Он подтверждает факт, отсутствия возможности локализации дефектов в металлических и многожильных кабельных конструкциях.

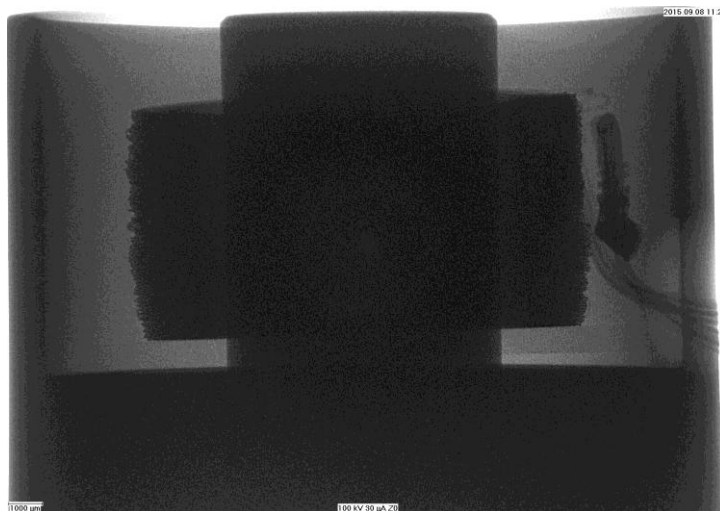


Рисунок 17. Статор

При изучении опыта применения рентгеновского контроля на других предприятиях отрасли мы познакомились со следующим опытом, который можно применить.

С помощью рентгеноскопии можно изучить:

- расположение слоев;
- отклонение в толщине металлизации переходных отверстий.
- отклонения в плотности покрытия (металлизации) отверстий диаметром 200 мкм.

Там где меньше всего различимы оттенки отверстия, там толще слой покрытия и высокое сопротивление переходного отверстия.

В процессе электромонтажа печатных узлов могут так же возникать трещины и обрывы в медных дорожках платы. Причинами этого могут быть усталость металла в результате термического цикла, внешний стресс (падение). Так же трещины можно обнаружить в основном под наклоном.

Не допускаются дефекты печатных плат:

- Трещины в проводниках;
- Несовмещение слоев металлизации;
- Непропаи в печатных проводниках;
- Обрыв печатных проводников.

В ходе исследования производственного цикла электронных изделий изучили процесс рентгеноскопического контроля, с помощью которого можно обнаружить визуально не обнаруживаемые дефекты в печатных платах, в электрорадиоизделиях (ЭРИ) и т.д. К сожалению, данный вид контроля использует 90% времени на поиск локализации дефекта и только 10 % на его анализ. Результатом исследования технологического процесса и процесса рентгеноскопического контроля стал стандарт организации, приведенный в приложении 5. В дальнейшем планируется создать методическое пособие из рентгеновских снимков для статистического анализа несоответствий и как вспомогательный документ для дефектоскопистов.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
1ГМ41	Карбиной Юлии Сергеевне

Институт	ИНК	Кафедра	ФМПК
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Управление качеством

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Расчет стоимости материальных затрат производится по действующим прейскурантам.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления в страховые фонды

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	Представлена матрица SWOT анализа.
2. Разработка устава научно-технического проекта	Определены внутренние и внешние заинтересованные стороны, а также представлены цели и результаты работы
3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Представлен план проекта с контрольными событиями.
4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Определена эффективность проекта

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Матрица SWOT
2. График проведения и бюджет НТИ
3. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ
4. Потенциальные риски

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав. кафедрой	Чистякова Н.О.	к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ГМ41	Карбина Юлия Сергеевна		

4. Финансовый менеджмент

4.1. Предпроектный анализ

Объектом исследования данной работы является контроль качества при изготовлении электронной техники на АО «НПЦ «Полюс» путем внедрения фоторегистрации и рентгеноскопического контроля.

АО «НПЦ «Полюс» специализируется на создании наукоемкого и наземного электротехнического оборудования и систем точной механики. Разработанные и изготовленные на предприятии радиоэлектронные изделия и устройства применяются в автоматических космических аппаратах связи и телевидения, космического мониторинга природной среды, исследования дальнего космоса и на Международной космической станции.

При создании бортовых систем и приборов с обеспечением технических и эксплуатационных характеристик, отвечающих современному мировому уровню космического приборостроения вводятся новые требования при их создании. Требования по фоторегистрации и рентгеноконтролю при изготовлении внедряются на всех предприятиях космической отрасли РФ и уровень внедрения различен, он определяется расстановкой приоритетов каждого предприятия.

Рентгеноскопический контроль – это метод радиационного неразрушающего контроля, основанный на преобразовании радиационного изображения контролируемого объекта в радиографический снимок или записи этого изображения на запоминающем устройстве с последующим преобразованием в световое.

Рентгеноскопический контроль проводят с помощью установки Microme|x. Данная установка позволяет выявить многие визуально не обнаруживаемые дефекты, например, пустоты, перемычки между выводами, трещины, шарики припоя, отсутствие смачивания, отсутствие вывода, непропаи паяных соединений, смещение и т.д. Для компонентов она позволяет выявить трещины в корпусе, в кристалле, разрывы (разрушение)

проводников разварки, пустоты в припое/клее, на который монтируется кристалл, прогиб проводников разварки. Потенциальными потребителями являются непосредственно высшее руководство, начальник цеха и внешние потребители, которые нуждаются в рентгеноскопическом контроле, но не имеют системы контроля.

Фоторегистрация – это свидетельство выполнения требований конструкторской и технологической документации, документов по стандартизации и технических условий.

Фоторегистрация не изменяет качественным уровнем технологию изготовления, а лишь вносит к технологическому процессу некоторое дополнение.

Потребителями результатов процесса фоторегистрации являются также высшее руководство и потребители готовой продукции, с помощью доказательной базы решаются спорные вопросы при поставке изделий потребителю, а это необходимо в связи с высокой стоимостью выпускаемой продукции, и важно кто понесет издержки по восстановлению данной продукции при наличии несоответствий.

Анализ конкурентных технических решений

Технология QuaD представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект. По своему содержанию данный инструмент представляет собой методику оценки конкурентных технических решений.

Показатели оценки качества и перспективности разработки, описанной в данной дипломной работе, были подобраны исходя с учетом технических и экономических особенностей разработки, создания и коммерциализации.

В основе технологии QuaD лежит нахождение средневзвешенной величины групп показателей, наиболее подходящие для описания оценки

результатов проекта. Для наглядности процедуры проведения QuaD, оценку провели в табличной форме (таблица 3)

По данной технологии всем показателям выставляется оценка экспертным путем по стобальной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – сильная. Вес показателей в сумме должен равняться единице.

Таблица 3 - Оценочная карта

Критерии оценки	Вес	Баллы	Максимальный балл	Средневзвешенное
1	2	3	4	5 (3x2)
Показатели оценки качества разработки				
Вовлеченность высшего руководства	0,1	97	100	9,7
Оптимизация потерь времени	0,1	95	100	9,5
Безопасность использования	0,16	98	100	15,68
Простота использования	0,09	98	100	8,82
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки				
Конкурентоспособность продукта	0,1	88	100	8,8
Степень проникновения на рыночный сегмент	0,08	87	100	6,96
Перспективность выпускаемой продукции	0,18	94	100	16,92
Итого	1	697		77,18

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum V_i B_i = 1 * 77,18 = 77,18, \quad (1)$$

где P_{cp} – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

V_i – вес показателя (в долях);

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

Значение P_{cp} позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. В данном случае значение P_{cp} получилось равным 77,18 - разработка считается перспективной.

4.2. SWOT – анализ

SWOT-анализ представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. Его применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Анализ проводится в несколько этапов.

На первом этапе предполагается описание сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта и выявление предполагаемых возможностей и угроз для его реализации. Результаты представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Возможность оценить результат мгновенно С2.Использование современного оборудования С3. Быстрое получение данных.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Дорогостоящее оборудование Сл2. Необходимо специальное обучение для работы с оборудованием
Возможности: В1. Потенциал развития. В2. Повышение спроса на результаты процессов		
Угрозы: У1. Отсутствие спроса на результаты процесса У2. Развитая конкуренция технологий производства		

На втором этапе происходит выявление соответствий научно-исследовательской работы.

В результате необходимо построить матрицу проекта. Она поможет разобраться с различными комбинациями взаимосвязей в матрице и выявить стратегию развития.

Результаты второго этапа приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта				
Возможности проекта		C1	C2	C3
	B1	+	+	+
	B2	+	+	+
Слабые стороны проекта				
Возможности проекта		Сл1	Сл2	
	B1	+	+	
	B2	+	+	
Сильные стороны проекта				
Угрозы проекта		C1	C2	C3
	У1	0	-	-
	У2	+	+	+
Слабые стороны проекта				
Угрозы проекта		Сл1		Сл2
	У1	0		+
	У2	+		+

В результате 3 этапа составляется сводная таблица SWOT-анализа, представленная в таблице 6.

Таблица 6 – SWOT-анализ

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Возможность оценить результат мгновенно С2. Использование современного оборудования С3. Быстрое получение данных.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Дорогостоящее оборудование Сл2. Необходимо специальное обучение для работы с оборудованием
Возможности: В1. Потенциал развития. В2. Повышение спроса на результаты процессов	-Усовершенствование результатов процесса для увеличения спроса.	- Обучающие курсы для работы с оборудованием.
Угрозы: У1. Отсутствие спроса на результаты процесса У2. Развитая конкуренция технологий производства	-Продвижение процесса и акцентирование на достоинствах.	- Обучающие курсы для работы с оборудованием.

Результаты SWOT-анализа будут учитываться при разработке структуры работ, выполняемых в рамках научно-исследовательского проекта.

4.3. Оценка готовности проекта к коммерциализации

В таблице 7 представлена специальная форма, которая содержит показатели степени проработанности проекта с позиции разработчика.

Данная таблица позволяет оценить степень готовности разработки к коммерциализации и выяснить уровень собственных знаний для ее проведения (или завершения).

Таблица 7 – Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации

№	Наименование	Степень проработанности проекта	Уровень имеющихся знаний
1	Определен имеющийся научно-технический задел	5	4
2	Определены перспективные направления внедрения научно-технического задела	4	2
3	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	4	1
4	Проработаны вопросы об обмене опытом с другими предприятиями	1	1
5	Проработаны вопросы использования процесса в производственном цикле	1	2
6	Проработаны вопросы оснащения предприятия необходимым оборудованием	3	2
7	Имеется команда для внедрения научной разработки	4	4
8	Проработан механизм реализации научного проекта	3	2
	ИТОГО БАЛЛОВ	25	18

Оценка готовности научного проекта к коммерциализации (или уровень имеющихся знаний у разработчика) определяется суммарным количеством баллов. Таким образом, перспективность разработки выше среднего, а знания разработчика считаются средними.

Для повышения уровня коммерциализации необходимо учитывать степень завершенности исследований и готовности к внедрению в производство. Также, целесообразно привлечь коллективы ученых, длительное время работающих в данной области знаний

4.4. Инициация проекта

Процесс инициации позволяет определить цели и содержание проекта и определяются финансовые ресурсы. Выявляют внешние и внутренние заинтересованные стороны проекта, влияющие на конечный результат научно-исследовательского проекта.

В таблице 8 представлена информация об иерархии целей проекта в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения, а также требования, предъявленные к проекту.

Таблица 8 – Цели и результат проекта

Цели проекта:	1. Изучить специфику производственного цикла продукции 2. Определить место в ЖЦП для внедряемого процесса 3. Разработать документацию для внедрения процесса 4. Провести аудиты для определения уровня внедрения процесса 5. Провести корректирующие мероприятия по усовершенствованию процесса
Требования к результату проекта:	Требование:
	Улучшение качества контроля выпускаемой продукции
	Безопасность использования
	Простота в использовании

В таблице 9 приведена организационная структура проекта: состав рабочей группы, роль и функции каждого участника в данном проекте.

Таблица 9 – Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы	Роль в проекте	Функции	Трудозатраты, год.
1.	Плотникова Инна Васильевна, к.т.н., доцент кафедры ФМПК ИНК НИ ТПУ	Руководитель проекта	Несет ответственность за реализацию проекта в заданных пределах по ресурсам, контролирует деятельность участников проекта. Является руководителем магистерской диссертации	6
2.	Авдошкина Наталья Васильевна, зам.директора ОТК АО «НПЦ «Полус»	Эксперт проекта	Руководство на предприятии	5
4.	Карбина Юлия Сергеевна НИ ТПУ кафедра физических методов и контроля качества	Исполнитель по проекту	Разработка стандарта «Фоторегистрация готовых изделий» и стандарта	4

			«Рентгеноскопический контроль печатных плат» Внедрение процессов в производственный цикл продукции	
ИТ ОГ О:	15			

4.5. План проекта

План проекта подразумевает построение календарного плана.

Линейный график представлен в виде таблицы (таблица 10).

Таблица 10 – Календарный план проекта

Код работы	Название	Количество дней	Сроки работ	Состав участников (ФИО ответственных исполнителей)
1.	Составление технического задания	30	сен. – окт. 2014	И.В. Плотникова
2.	Изучение производственного цикла продукции	60	нояб – 2014, янв. 2015	Ю.С. Карбина
3.	Проведение анализа этапов жизненного цикла, на которых необходимо внедрить процессы	30	Май - 2015	Ю.С. Карбина
4.	Разработка стандарта «Фоторегистрация готовых изделий в процессе монтажа, ремонта и доработок»	30	Июнь -. 2015	Ю.С. Карбина, Н.В. Авдошкина
5.	Разработка стандарта «Фотография образца. Порядок разработки, утверждения, применения, хранения и внесения изменений»	30	авг. 2015	Ю.С. Карбина, Н.В. Авдошкина
6.	Разработка стандарта «Рентгеноскопический контроль печатных плат»	60	сент.-окт 2015	Ю.С. Карбина, Н.В. Авдошкина
7.	Утверждение разработанной документации	60	янв. - февр. 2016	Н.В. Авдошкина

Диаграмма Ганта – это тип столбчатых диаграмм (гистограмм), который используется для иллюстрации календарного плана проекта, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

	2014 год			2015 год											2016 год			
	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель
Составление технического задания																		
Изучение производственного цикла продукции																		
Проведение анализа этапов жизненного цикла																		
Разработка стандарта «Фоторегистрация готовых изделий»																		
Разработка стандарта «Фотография образца																		
Разработка стандарта «Рентгеноскопического контроля																		
Утверждение																		

4.6. Бюджет научного исследования

В процессе формирования бюджета, планируемые затраты сгруппированы по статьям, представленным в таблице 11.

Таблица 11. Группировка затрат по статьям

	Наименование статьи	Сумма, руб.
	Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты	4650
	Специальное ПО	2436
	Основная заработная плата	30600
	Отчисления на социальные нужды	7653
	Итого плановая себестоимость	43339

Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты

В данную статью включены затраты на приобретение всех материалов, которые необходимы для реализации проекта. Расчет стоимости материальных затрат произведен по действующим прейскурантам. Результаты представлены в таблице 12.

Таблица 12. Сырье, материалы, комплектующие изделия и покупные полуфабрикаты

Наименование	Марка, размер	Кол-во	Цена за единицу, руб	Сумма, руб.
Бумага (формат А4)	Бумага Svetocopy, упак.	1	210	210
Папка на кольцах	Attache, шт	1	153	153
Файл	Attache, упак.	5	20	100
Шариковая ручка	Erich Krause, упак.	1	55	55
Картридж (принтер)	НР, шт	1	3700	3700
Всего за материалы				4218
Транспортно-заготовительные расходы (3-5%)				211
Итого по статье См				4429

Основная заработная плата

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату.

$$C_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}, \quad (2)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{раб}}, \quad (2)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

$T_{\text{р}}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}}, \quad (3)$$

где $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (таблица 13).

Таблица 13 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	52	52
- праздничные дни	15	15
Потери рабочего времени		
- отпуск	36	36
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	262	262

Месячный должностной оклад работника:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{б}} \cdot k_{\text{р}}, \quad (4)$$

где $З_{\text{б}}$ – базовый оклад, руб.;

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 14.

Таблица 14 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	$З_{\text{б}}$, руб.	$k_{\text{р}}$	$З_{\text{м}}$, руб.	$З_{\text{дн}}$, руб.	Тр, раб. дн.	$З_{\text{осн}}$, руб.
Руководитель (доцент, к.т.н.)	23264,86	1,3	30244,32	1258,16	230	289376,8
Ассистент, преподаватель	14584,32	1,3	18959,62	788,72	470	370698
Инженер 1 (учебно- вспомогательный персонал)	6976,22	1,3	9069,1	377,27	300	113181

Отчисления на социальные нужды

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot ((Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}})) \quad (5)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд медицинского страхования и пр.). $k_{\text{внеб}} = 30\%$.

$$C_{\text{внеб}} = 0,3 * 29790 = 8937$$

4.7. Матрица ответственности

В таблице 15 приведено распределение ответственности между участниками проекта.

Таблица 15. Матрица ответственности

№	Действие	О	И	У
1	Постановка задач	Н.Р.	М	
2	Определение и утверждение темы диссертации	Н.Р.	М	
3	Написание статей и докладов	Н.Р.	М	
4	Изучение процессов организации		М	Р.П
5	Разработка политики и целей СМБП		М	Р.П
6	Разработка документов, описывающих процессы СМБП		М	Р.П
7	Написание пояснительной записки	Н.Р.	М	

* О – ответственный; И – исполнитель; У – утверждающее лицо

Н.Р. – научный руководитель; Р.П. – руководитель от предприятия; М – магистрант.

4.8. Реестр рисков проекта

Идентифицированные риски проекта включают в себя возможные неопределенные события, которые могут возникнуть в проекте и вызвать последствия, которые повлекут за собой нежелательные эффекты. Информация по рискам приведена в таблице 16.

Таблица 16. Реестр рисков

№	Риск	Потенциальное воздействие	Вероятность наступления	Влияние риска	Уровень риска	Способы смягчения риска	Условия наступления
1	Недостаточная квалификация исполнителя	«Провал» проекта. Финансовые потери	2	5	В ¹	Проведение обучения Повышение квалификации	Отсутствие компетенций у исполнителя
2	Случайные ошибки исполнителя	Задержка сроков проекта	1	3	Н	Контроль со стороны руководителя проекта	Не заинтересованность и невнимательность исполнителя
3	Отсутствие у исполнителя достаточной информации	Некорректное описание процессов	4	3	В	Предоставление объективной и достоверной информации от первоисточника	Неправильная передача информации выполняемых процессов сотрудниками
4	Отсутствует поддержка высшего руководства	Невозможно реализовать проект.	3	3	В	Обоснование руководства у необходимости внедрения проекта	Не заинтересованность руководства во внедрении новшеств
5	Отсутствие у исполнителя необходимых ресурсов	Неполная реализация проекта	2	3	С	Донесение необходимой информации о проекте и его необходимости	Отсутствие необходимых ресурсов
6	Отсутствие взаимодействия между членами	Потеря полученной информации	2	4	В	Проведение тренингов сплочения	Отсутствие понимания необходимости

¹ В –высокий уровень; С-средний уровень; Н – низкий уровень

	команды проекта	и. Медленная реализация проекта				команды	взаимодействи я внутри команды
7	Отсутствие у исполнителя достаточного времени для выполнения работы	Чрезмерна я нагрузка	2	3	С	Пересмотр графика этапов проекта	Неправильное планирование времени
8	Не корректно поставленные задачи	Отсутствие результато в по этапам проекта	5	3	С	Обучение руководителей проекта	Не понимание цели реализации проекта

4.9. Определение эффективности исследования

4.9.1. Оценка сравнительной эффективности исследования

Для определения эффективности исследования необходимо рассчитать интегральный показатель эффективности научного исследования.

Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Таблица 17.

Наименование статьи	Сумма, руб.		
	Проект	K1	K2
1. Материальные затраты НТИ	37,28	0	30,42
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	0	0	0
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	48201,78	22234,08	38215,74
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	5784,21	2668,09	4585,89
5. Отчисления во внебюджетные фонды	16195,8	7470,65	12840,49
6. Затраты на научные и производственные командировки	0	0	0
7. Контрагентские расходы	0	0	0
8. Накладные расходы (80% от суммы ст. 3-4)	47186,66	19921,74	34241,3
9. Бюджет затрат НТИ (Сумма ст. 1- 8)	141597,3	52294,56	89913,84

Интегральный финансовый показатель разработки определяется (6) как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (6)$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;
 Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;
 Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки (таблица 18) отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Таблица 18 – Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки

Исполнение	I_{pi}	$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$	$I_{\text{исп.}i}$
$I_{\text{исп.}1}$	4,61	1	4,61
$I_{\text{исп.}2}$	3,82	0,37	1,41
$I_{\text{исп.}3}$	3,88	0,63	2,44

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки (таблица 18) позволит определить сравнительную эффективность проекта (таблица 19) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных.

Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{\text{ср}}$):

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп.}1}}{I_{\text{исп.}2}}, \quad (7)$$

где $\mathcal{E}_{\text{ср}}$ – сравнительная эффективность проекта.

Таблица 19– Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Проект		К1		К2	
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1		0,37		0,63	
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,61		3,82		3,88	
3	Интегральный показатель эффективности	4,61		1,41		2,44	
4	Сумма строк 1-3	10,22		5,6		6,95	
5	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	Ипс.2	Исп.3	Испл.1	Испл.3	Испл.1	Испл.2
		1,83	1,47	0,55	0,81	0,68	1,24

Более эффективный вариант решения с позиции финансовой и ресурсной эффективности является научная работа. Несмотря на то, что она более затратная, эффективность ее применения значительно превышает аналоги.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1ГМ41	Карбиной Юлии Сергеевне

Институт	ИНК	Кафедра	ФМПК
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Управление качеством

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Процесс фоторегистрации – это процесс регистрации промышленных процессов на производстве и контроль за технологическим процессом с помощью фотоснимков. Фотоконтроль позволяет производить контроль промышленной продукции, в ходе которого телевизионные устройства позволяют бесконтактным способом контролировать размеры и конфигурацию изготавливаемых изделий, наличие дефектов и прочее, без задержки или остановки производственного процесса.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:	К вредным факторам рабочего места относится электромагнитное излучение от ПЭВМ, повышенный уровень шума, несоответствующие параметры микроклимата и освещенности помещения, электрический ток. Данные факторы приводят к снижению работоспособности или заболеванию.
2. Экологическая безопасность:	Составляющие материалы, микросхемы, содержание драгметаллов в фотоаппаратах используются вторично, поэтому влияние на окружающую среду при утилизации минимально.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	При выполнении процесса

	фоторегистрации на рабочем месте есть вероятность возникновения пожара, вследствие замыкания электрической проводки, возгорания неисправного ПЭВМ, несоблюдения правил пожарной безопасности.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	Особых требований по эксплуатации фотоаппарата не предусмотрено. Т.к. работа при выполнении процесса происходит на вредном участке, то в Трудовом Кодексе предусмотрены все необходимые правовые нормы, обеспечивающие права работника. Для решения организационных вопросов, необходимо обеспечить оптимальные условия для работы за ПЭВМ. Соблюдать все требования СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 к организации и оборудованию рабочих мест с ПЭВМ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	26.03.16
---	----------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭБЖ	Анищенко Ю.В.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ГМ41	Карбина Ю.С.		

5. Социальная ответственность

Объектом исследования является – процесс фоторегистрации на производственном участке.

Промышленная фоторегистрация – это процесс регистрации промышленных процессов на производстве и контроль за технологическим процессом с помощью фотоснимков. Фотоконтроль позволяет производить контроль промышленной продукции, в ходе которого телевизионные устройства позволяют бесконтактным способом контролировать размеры и конфигурацию изготавливаемых изделий, наличие дефектов и прочее, без задержки или остановки производственного процесса.

5.1 Производственная безопасность.

5.1.2. Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при применении процесса.

Объект исследования – процесс фоторегистрации, не создает вредные или опасные факторы для человека. Но, т.к. рабочее место находится на производственном участке, выявленные опасные и вредные факторы приведены в таблице 20.

Таблица 20 - Вредные и опасные факторы, возникающие при внедрении системы управления рисками

Источник фактора	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Компьютер	<ul style="list-style-type: none"> – воздействие статического электричества на организм человека; – воздействие электромагнитных полей; – нарушение оптимальных показаний микроклимата; – воздействие шума; – недостаточная освещенность рабочего места; 	<ul style="list-style-type: none"> – повышенные значения напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека. 	<ul style="list-style-type: none"> – СанПиН 2.2.4.548-96 "Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений". – ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение – СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий; – СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы с дополнениями; – СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки; – ГОСТ 12.1.036-81 ССБТ. Шум. Допустимые уровни в жилых и общественных зданиях; – ГОСТ Р 12.1.009-2009. Национальный стандарт Российской Федерации. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность.

Основным опасным фактором при выполнении данной работы является поражение электрическим током, источником которого является вычислительная техника.

Вычислительная техника питается от сети 220 В 50 Гц, а безопасное напряжение $U < 42$ В, поэтому и появляется опасный фактор – поражение электрическим током.

Результатом воздействия электрического тока на организм человека могут быть электротравмы, электроудары, смерть. Ток питается от сети

переменного тока частотой 50 Гц и является опасным, т.к. наиболее опасным является ток 20 – 100 Гц.

Методы защиты от опасности поражения электрическим током:

- электрическая изоляция токоведущих частей (сопротивление изоляции должно быть не менее 0,5 МОм);
- ограждение токоведущих частей, которые работают под напряжением;
- использование малых напряжений, например, не более 50 В;
- электрическое разделение сетей на отдельные короткие участки;
- защитное заземление и зануление;

Воздействие статического электричества

При прикосновении к любому элементу ЭВМ во время его работы могут возникнуть токи статического электричества. Которые в свою очередь могут притягивать пыль и мелкие частицы к экрану. Пыль на экране ухудшает видимость, а при повышенной подвижности воздуха может попасть на кожу лица и в легкие, что вызывает заболевание кожи и дыхательных путей.

Для защиты от статического электричества предусмотрены специальные шнуры питания с встроенным заземлением и экраны для снятия статического электричества, а так же необходима регулярная влажная уборка кабинета.

Воздействия электромагнитных полей на человека

Компьютеры являются источниками интенсивных электромагнитных полей. Имеющиеся внутри монитора многочисленные катушки дают электромагнитное излучение низкой частоты. Распространяется оно, зачастую, в стороны и назад, поскольку большинство экранов обладает свойством ослаблять это излучение.

Электромагнитные поля могут вызывать изменения в клетках. Длительное воздействие низких частот ЭВМ вызывает нарушения сердечнососудистой и центральной нервной системы, небольшие изменения

в составе крови. Возможно возникновение катаракты глаз, злокачественных опухолей при интенсивном длительном воздействии.

Степень воздействия зависит от продолжительности работы и индивидуальных особенностей организма.

Для снижения уровня воздействия ЭМП необходимо:

- соблюдать оптимально расстояние от экрана;
- рационально размещать оборудование (при наличии нескольких ПЭВМ расстояние между ними должно быть не менее 1,22 м от боковых и задних стенок);
- организовывать перерывы 10-15 минут через каждые 45-60 минут работы. [22]

Нарушение показаний микроклимата

Так же для безопасной работы необходимо соблюдать показатели микроклимата, в нашем случае, для категории работ по уровню энергозатрат Ia (таблица 21) по СанПиН 2.2.4.548-96. [23]

Таблица 21 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	22-24	21-25	60-40	0,1
Теплый	23-25	22-26	60-40	0,1

Для создания благоприятных условий микроклимата необходимо:

- организовать в помещении систему вентиляции, кондиционирования воздуха и отопления;
- правильно организовывать время труда и отдыха.

Недостаточная освещенность рабочего места

При работе за компьютером важное значение имеет освещение кабинета. Недостаточная освещенность приводит к снижению контрастной чувствительности, понижению остроты зрения.

СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 прописывает требования к помещениям для эксплуатации ПЭВМ, из которых следует, что в помещении должно иметься естественное и искусственное освещение. [23]

В качестве источников искусственного освещения следует применять преимущественно люминесцентные лампы типа ЛБ.

Минимальный размер объект различия входит в диапазон 0,5 до 1,0, следовательно, работа относится к разряду IV. Подразряд Г, т.к. контраст объектов различия с фоном большой, сам фон светлый. В соответствии с СП 52.13330.2011 норма освещенности в кабинете должна быть $E_n = 200$ лк. [24]

Пульсация при работе с ПЭВМ не должна превышать 5% [22]

Увлечение коэффициента пульсации освещенности снижает зрительную работоспособность, повышает утомляемость, воздействует на нервные элементы коры головного мозга и фоторецепторные элементы сетчатки глаз.

Для снижения пульсации необходимо использовать светильники, в которых лампы работают от переменного тока частотой 400 Гц и выше. Площадь на одно рабочее место с ПЭВМ для взрослых пользователей должна составлять не менее $6,0 \text{ м}^2$.

Воздействие шума на организм человека

При работе за компьютером уровень шума должен быть не более 50дБА.[25]

Мешающее воздействие шума отрицательно сказывается на работе человека, вызывает сильные сопутствующие раздражения, которые отражаются на основной работе человека; повышает рабочую нагрузку.

Вредное воздействие шума вызывает патологические изменения органа слуха, ухудшает состояние нервной системы и всего организма в целом.

Чтобы предотвратить воздействие шума на менеджерский состав организации, необходимо рабочие кабинеты на производственных предприятиях не располагать в непосредственной близости от шумных помещений. Наиболее шумные объекты необходимо компоновать в отдельные комплексы.

Предельно допустимые уровни шума на рабочих местах регламентированы ГОСТ 12.1.003 - 2014. уровень шума должен быть не более 60дБА. [26]

5.2. Экологическая безопасность.

Экологическая безопасность — допустимый уровень негативного воздействия природных и антропогенных факторов экологической опасности на окружающую среду и человека.

Экологическая безопасность обеспечивает соответствие экологической деятельности организации нормативным требованиям при помощи разработанных мер, как организационного, так и технического характера, составляющих целый комплекс. Необходимо отметить, что конкурентоспособность предприятия во многом определяется с точки зрения природоохранной деятельности этой организации. Таким образом, внедрение экологических технологий помогает сберечь энергетические и прочие ресурсы, что в свою очередь влияет на рентабельность производства, продуктивность работы, привлекательность для иностранного капиталовложения.

Цифровая съемочная аппаратура – это высокотехнологичные изделия, в состав которых входят цветные и драгоценные металлы, пластик, стекло и химические вещества. Утилизация фотоаппаратов дает возможность повторного использования выше перечисленных составляющих в производстве нового бытового и промышленного оборудования.

При выполнении процесса фоторегистрации отсутствует отрицательное воздействие на гидросферу и на атмосферу. Составляющие материалы, микросхемы, содержание драгметаллов в фотоаппаратах

используются вторично, поэтому влияния на окружающую среду при утилизации минимальна.

5.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация — это обстановка, сложившаяся на определенной территории или акватории в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которая может повлечь за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Техногенные чрезвычайные ситуации классифицируются по типам аварий, которые являются источниками основных видов чрезвычайных ситуаций техногенного характера, и частично характеризуют также сферу и особенности проявления этих опасных событий.

При внедрении процесса фоторегистрации возникновение чрезвычайной ситуации минимальна, т.к. инструмент для выполнения процесса – фотоаппарат – не несет за собой никакой опасности для человека. Но на рабочем месте, где происходит выполнение процесса, есть вероятность возникновения чрезвычайной опасности техногенного характера – пожар.

Возникновение пожара на рабочем месте может быть обусловлено возгоранием неисправных проводов от компьютеров. Следовательно, для целей обеспечения пожарной безопасности при эксплуатации компьютеров необходимо своевременно проводить обслуживающие, ремонтные и профилактические работы.

К мерам пожарной профилактики относятся:

- использование исключительно исправного оборудования;
- проведение периодических инструктажей по пожарной безопасности;
- отключение электрооборудования, освещения и электропитания по окончании работ;

– содержание путей и проходов для эвакуации людей в свободном состоянии.

Для тушения пожара на рабочем месте должен быть огнетушитель типа ОУ-5, а также силовой щит, который позволяет мгновенно обесточить оборудование. В случаях, когда не удастся ликвидировать пожар огнетушителем, необходимо вызвать пожарную охрану и покинуть помещение, руководствуясь разработанным и вывешенным планом эвакуации.

5.4. Особенности законодательного регулирования проектных решений.

5.4.1. Правовые нормы трудового законодательства

Продолжительность рабочего дня не должна превышать 40 часов в неделю. Возможно сокращение рабочего времени для инвалидов I и II группы. Для работников, работающих на местах, отнесенных к вредным условиям труда 3 и 4 степени – не более 36 часов [ТК РФ].

Работникам предоставляются ежегодные отпуска с сохранением места работы (должности) и среднего заработка – продолжительностью 28 календарных дней. [27]

Статья 116 ТК регулирует предоставление дополнительных оплачиваемых отпусков работникам, работающим в районах Крайнего Севера и в приравненных к ним местностях, а также в других случаях, предусмотренных федеральными законами.

Работнику в течение рабочего дня должен предоставляться перерыв не более двух часов и не менее 30 минут, который в рабочее время не включается. Всем работникам предоставляются выходные дни, работа в выходные дни производится только с письменного согласия работника.

Организация выплачивает заработную плату работникам. Возможно удержание заработной платы, в случаях предусмотренных ТК РФ ст. 137. В случае задержки заработной платы более чем на 15 дней работник имеет право приостановить работу, письменно уведомив работодателя.

5.4.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Для создания комфортной рабочей среды, при внедрении процесса и его использовании, существуют требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны

Требования к организации и оборудованию рабочих мест с ПЭВМ по СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 (таблица 22).

Таблица 22 – Требования к организации рабочих мест при внедрении и использовании процесса

Требование	Требуемые значения параметров
Высота рабочей поверхности стола	680 – 800 мм
Расположение монитора от глаз пользователя	600 – 700 мм
Расположение клавиатуры на поверхности стола от края	100 – 300 мм
Высота стула над полом (для роста 161-170 см)	420 мм
Угол наклона монитора	0 – 30 градусов

Рабочее место также необходимо оборудовать подставкой для ног.

Рабочий стул должен быть подъемно – поворотным, для регулировки высоты и угла наклона

Заключение

Для написания магистерской диссертации был проведен анализ научной литературы. На основе изученных материалов рассмотрены понятия фоторегистрации и рентгеноскопического контроля, проведен анализ производственного цикла радиоэлектронных изделий и внедрены необходимые стандарты для выполнения процессов фоторегистрации и рентгеноскопического контроля.

Внедрение процессов фоторегистрации и рентгеноскопического контроля позволило достичь следующих результатов:

- Внедрение ранее не используемых в жизненном цикле стандарты «Фотография образца. Порядок разработки, утверждения, применения, хранения и внесения изменений», «Рентгеноскопический контроль печатных плат» и технологическую инструкцию «Фоторегистрация готовых изделий, печатных плат в процессе монтажа, ремонта и доработок»
- Создана доказательная база для решения спорных вопросов при поставке изделий потребителю, это необходимо в связи с высокой стоимостью выпускаемой продукции при наличии несоответствий.
- Создание эталонных образцов, для единообразия выполнения требований конструкторской документации, которые способствуют выпуску качественной продукции.

В процессе написания диссертационной работы была достигнута цель и решены поставленные задачи.

Используя опыт предприятий, предполагается использование фоторегистрации в процессе выполнения особо ответственных операций (ООО) и при изготовлении точных деталей, позволяющих четко соблюдать требования конструкторской документации и создавать точные детали в соответствии с заданными размерами, и внедрение на этапах особоответственных операций внедрять видеофиксацию.

Список используемых источников

1. Медведев А. [Электронный ресурс] / Концепция развития российского производства печатных плат. URL: http://www.pk-altonika.ru/articles_type_1_12.html - Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 02.02.2016 г.
2. Леонов А. Тестирование и контроль качества пайки печатных плат и изделий электронной техники.// Журнал «Технологии в электронной промышленности» № 5 2009
3. Медведев А. контроль печатных плат по признакам внешнего вида. // Журнал «Технологии в электронной промышленности» № 3 – 2005 г.
4. Ишлинский А.Ю. // Политехнический словарь. – М.: Советская энциклопедия, 1989.
5. Гафт С. // Современный подход к выбору стратегии контроля печатных узлов, блоков и систем.// Журнал «Технологии в электронной промышленности» № 1, 2011 г.
6. Р СК 05776739.902 – 2014. Система менеджмента качества. Руководство по качеству. //Разработано отделом управления качеством АО «НПЦ «Полус» 2014 г.
7. ГОСТ 24034 – 80. Контроль неразрушающий радиационный. Термины и определения.
8. ГОСТ 23751-86. Платы печатные. Основные параметры конструкции: Введ. 1.07.87. - М. Изд-во стандартов.
9. Диагностика и неразрушающий контроль продукции машиностроения //ЦНИИ технологии машиностроения; науч. ред. В.И. Иванов – Москва,1988. – 132 с.
10. Лазеры и метрология. Фоторегистрация [Электронный ресурс] – М. ООО «Ламет», - 2011. Режим доступа: <http://www.lamet.ru>
11. IPC-A-610D. Критерии качества электронных сборок. // Отраслевой стандарт. – перевод с англ. ЗАО Предприятие ОСТЕК. – М.: 2005 г.

12. IPC J-STD-001D. Требования к пайке соединений в электрических и электронных блоках. // Объединенный отраслевой стандарт – перевод с англ. ЗАО Предприятие ОСТЕК – М.: 2005 г.
13. С.Ю. Соловьев, В.В. Медведев. Диагностика технологических процессов на основе фоторегистрации. //«Инженер. Студенческий технический журнал» – 2011 г.
14. Урлич Ю.М., Данилин Н.С. Неразрушающий контроль паянных соединений в радиоэлектронной аппаратуре. // Журнал «Стандарты и качество» № 6 – 2010 г.
15. Медведев А.М. Сборка и монтаж электронных устройств. – М.: Техносфера, 2007 г.
16. Шмаков М. Выбор системы рентгеновского контроля. Взгляд технолога. // Журнал «Технологии в электронной промышленности», № 5 - 2008 г.
17. Горлов М., Строгонов А., Арсентьев А, Ануфриев Д. Переход от контроля качества к системе обеспечения качества. // Журнал «Технологии в электронной промышленности» № 3 – 2006 г.
18. Бутаков Е.А., Островский И.Л., Фадеев И.Л. Обработка изображений на ЭВМ – М.: Радио и связь, 2000 г.
19. Федоров В., Сергеев Н., Кондрашин А. Контроль и испытания в проектировании и производстве радиоэлектронных средств – М.: Техносфера, 2005
20. Хмелевская О. Качество начинается с входного контроля электронных компонентов. // Журнал «Технологии в электронной промышленности», № 4 – 2008 г.
21. Федоров В., Епанешникова И. О Проблемах визуального контроля в производстве радиоэлектронной аппаратуры. // Журнал «Технологии в электронной промышленности» № 4 – 2009 г.

22. СанПин 2.2.2/2.4.1340 -03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы с дополнениями.

23. СанПин 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

24. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение.

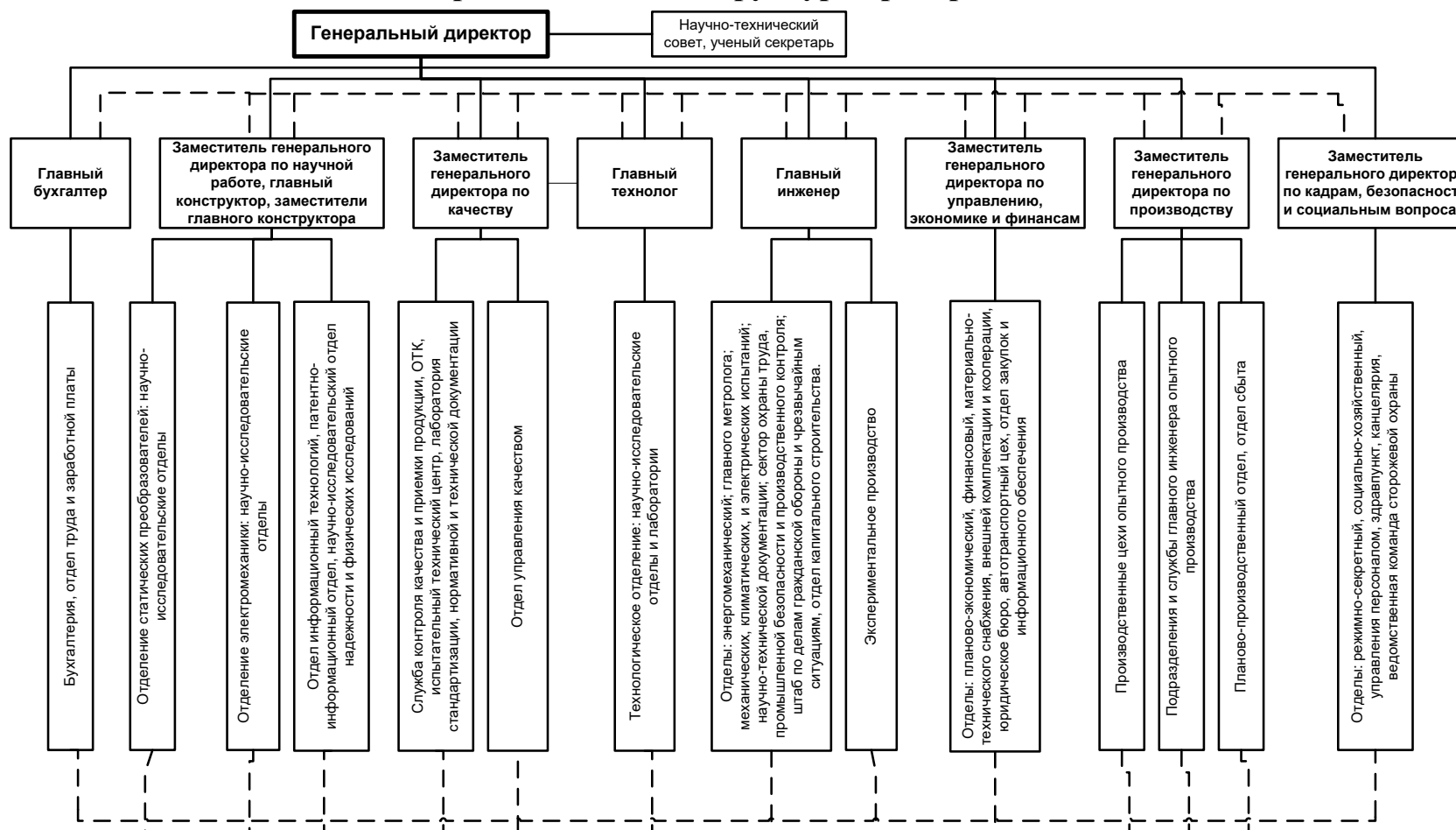
25. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

26. ГОСТ 12.1.003 -2014. Шум. Общие требования безопасности.

27. Трудовой кодекс РФ

Приложение 1



Организационная структура предприятия



Примечание – На схеме приняты следующие обозначения:
 ————— административное подчинение
 - - - - - функциональное взаимодействие по вопросам качества заместителя генерального директора по качеству и других представителей высшего руководства, начальника отдела управления качеством и руководителей других подразделений

Приложение 2

Политика в области качества



ПОЛИТИКА

ОАО «НПЦ «Полус» в области качества

Политика в области качества является составной частью общей политики и стратегии организации.

Приоритетное направление деятельности организации – проектирование, разработка и производство инновационных электронных и электромеханических систем и устройств, отвечающих самым высоким отечественным и международным требованиям качества.

Миссия ОАО «НПЦ «Полус» – создание конкурентоспособной продукции высокого качества в сроки, предусмотренные контрактами.

Основные ценности ОАО «НПЦ «Полус»:

- знания, научный подход и высокая квалификация сотрудников;
- результаты интеллектуальной деятельности;
- положительная репутация организации и доверие потребителей;
- высокий уровень научно-технических разработок;
- ориентированность на заказчиков и долгосрочная перспектива сотрудничества с ними.

Цели ОАО «НПЦ «Полус» в области качества на 2014 – 2015 годы:

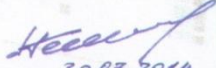
- выполнение утвержденной среднесрочной программы деятельности ОАО «НПЦ «Полус» на 2014 – 2016 годы;
- реализация Программы «Реконструкция и техническое перевооружение сборочного производства и испытательной стендовой базы организации на 2014 – 2015 годы»;
- совершенствование системы оперативно-календарного и бюджетного планирования для эффективного управления организацией;
- снижение числа предъявляемых рекламаций за счет повышения качества выпускаемой продукции;
- регулярная оценка поставщиков с целью повышения качества выпускаемой продукции;
- создание условий, мотивирующих персонал на повышение эффективности труда и достижение поставленных задач;
- опытная эксплуатация и дальнейшее развитие собственной автоматизированной системы управления инженерными данными и производством;
- внедрение в организации стандарта ГОСТ Р EN 9100-2011;
- усовершенствование системы управления процессами, переданными сторонним организациям;
- участие в конкурсе «Премия правительства РФ в области качества» в 2015 г.

Генеральный директор берет на себя обязательство по реализации Политики в области качества с участием всех сотрудников организации.

Руководители структурных подразделений несут ответственность за разъяснение Политики в области качества сотрудникам и за качество выполняемых в подразделении работ.

Каждый сотрудник организации несет персональную ответственность за качество выполнения своей работы.

Генеральный директор


30.07.2014

В.Н. Гладущенко

ГОСТ ISO 9001-2011 ГОСТ РВ 0015-002-2012 ОСТ 134-1028-2012

Приложение 3

Приложение 4

Приложение 5

Приложение 6

Раздел 1
Понятие электронной техники

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ГМ41	Карбина Ю.С.		

Консультант кафедры **ФМПК** :

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Плотникова И.В.	к.т.н.		

Консультант – лингвист кафедры ИЯФТ ФТИ :

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ковалева Ю.Ю.	к.п.н.		